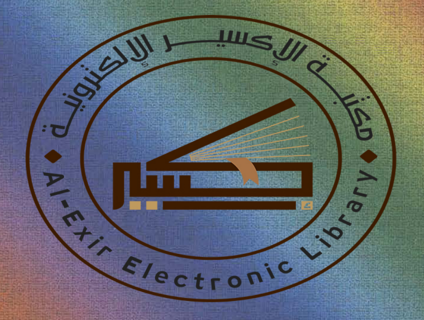
كراسات الثقافة العلمية

سلسلة غير دورية تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية

قصة الوراثة

من الفطرة إلى الهندسة !!!

د. أحمد شوقى






150

قصـــة الوراثـــة :

من الفطرة إلى الهندسة !!!

د. احمد شوقى



الناشر

المكتبة الاكاديمية

شركة مساهمة مصرية

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٧م - ١٤٢٧هـ

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

كراسات الثقافة العلمية

هذه السلسلة :

تمثل تلبية صادقة للمساهمة فى الجهود التى تعنى بتيسير المعارف والمفاهيم العلمية لقراء العربية . إن هذا المجال المهم ، الذى نأمل أن يساعد فى إدماج ثقافة العلم ومنهجه فى نسيج الثقافة العربية ، يحتاج إلى طفرة كمية ونوعية هائلة ، وإلى فرز للجيد والردىء والنافع وغير النافع ، بل وإلى كشف الاتجاهات المعادية للعلم ، حتى إن قدمت باسم العلم . إننا ننطلق من قناعة كاملة بتقدير ثقافتنا العربية والإسلامية الأصيلة للعلم والعلماء ، ومن استناد إلى تاريخ مشرف للعطاء العلمى المنفتح على مسيرة العطاء العلمى للإنسانية فى الماضى والحاضر والمستقبل ، ومن تطلع إلى أن نستعيد القدرة على هذا العطاء كى نشارك فى تشكيل مستقبل البشرية ، الذى تلعب فيه الثورة العلمية والتكنولوچية دوراً محوريًّا كقوة دافعة ومؤثرة فى الوعى المعرفى للبشر وفى مجمل أنشطتهم ونوعية حياتهم ، بل وفى قدرتهم على الإمساك بزمام أمورهم . وإذا كنا نؤمن بأهمية تحول مجتمعاتنا العربية إلى مجتمعات علمية فى فكرها وفعلها ، فإن ذلك لن يتأتى إلا بنشر واسع ومتميز

لثقافة العلم بكل أشكالها . ونأمل أن تكون هذه السلسلة ، التى تبنتها المكتبة الأكاديمية ، خطوة على هذا الطريق .

هذه الكراسة :

نقدم قصة أقدم المعارف وأحدث العلوم للقارئ، العام غير المتخصص، وإن كنت أتمنى أن يجد القارئ المتخصص فيها رحلة فكرية طريفة فى المجال الذى تعمق فيه، وهى تحتفى بمراحل الانشغال بظاهرة الوراثة قبل تأسيس العلم بصورته الحديثة، وتوصل مندل إلى قوانيها، وما أدى إليه ذلك من تقدم مذهل فى دراستها. هذا التقدم الذى ترصده الكراسة خطوة خطوة، امتد إلى المستوى الجزيئى وأنجز لنا مشروع الجينوم من ناحية، وأثار العديد من القضايا الأخلاقية والاجتماعية والقانونية من ناحية أخرى. إنها كراسة فى «ثقافة الوراثة» ، اللازمة لكل منا كى يعيش فى عصره، دون الاكتفاء بمعايشته !!!

د. احمـد شوقى

يناير ٢٠٠٧

إهداء

إلى أخى الكبير الأستاذ أحمد أمين

الذى مثلت صداقته الجميلة أكبر دعم إنسانى ومهنى لى، وكان مشروع كراسات العلم والمستقبل أكبر ثمار سنواتها، التى تخطت الأربعين عاماً.

ا.ش.



قائمة المحتويات

الصفحة

مقدمة :

قصة الوراثة ... لماذا نحكيها ؟

أعتقد أن علم الوراثة يُعد من أكثر العلوم تداخلاً فى حياتنا اليومية وثقافتنا الشعبية، بل هو أكثرها على الإطلاق وإن فاتنا أن ندرك ذلك بشكل واضح. لقد كان هذا هو الحال من قديم الزمان ومازال. ولا أعنى بذلك أننا نمارس العلم، ولكننا نتحدث عن مفاهيمه ومعطياته، ونضيف إليها العديد من الأمور غير العلمية التى تعود إلى تاريخ طويل من محاولة الفهم، المستندة إلى الأساطير والخرافات، التى يرى البعض أنها وضعت، دون أن نشعر بذلك دائماً، بذور العلوم والمعارف الحديثة.

إن علم الوراثة يدرس - ببساطة - التشابه والتباين فى كل الكائنات الحية، أفراداً وجماعات، وأسس انتقال الخصائص الوراثية من جيل إلى آخر فى هذه الكائنات. وتتعدى هذه الخصائص ما يتعلق بالشكل، كطول القامة ولون العينين، أو عدد الفروع ولون الأزهار، إلى الخصائص السلوكية والذهنية

والصفات الجنسية واحتمال توارث الأمراض المزمنة. أذكر هنا عبارة موحية، أوردها صديق أمريكى فى مقدمة إحدى أوراقه البحثية الهامة. هذه العبارة تقول «إن أفضل ما يورثه الإنسان لأبنائه چينات جيدة» !!! إن «قصة الوراثة» التى نرويها هنا، ونضع لها عنوانًا فرعيًّا «من الفطرة إلى الهندسة»، متضمنة فى عبارة هذا الصديق. لقد انشغل الإنسان منذ بداية الوعى عندما ظهر على الأرض، بعالم الحياة الذى يعد هو نفسه جزءًا منه، وأدرك ما فيه من تشابه وتباين، ووظفه لصالحه بانتخاب وتدجين النباتات والحيوانات التى تفيده وتسد حاجاته. ومع تطور الحضارات البشرية، حاول أن يفهم الظاهرة ويضع لها الفرضيات والنظريات ليتوصل إلى قوانينها ويدرس طبيعتها وأساسها المادى. وكالعادة، بعد الفهم تأتى الرغبة فى التحكم والتوجيه، التى تجلت فى ما يعرف بالهندسة الوراثية، التى تمتد محاولاتها من الكائنات الدقيقة والنباتات والحيوانات إلى البشر أنفسهم ليمدهم «بجينات جيدة» ... إن رحلة الإدراك والفهم والدراسة، التى انتهت بهندسة الكائنات، تتطلع إلى أن يخضع المهندس نفسه للهندسة !!!

إننا نحكى قصة الوراثة لأنها توضح الأساس العلمى لظاهرة من أهم الظواهر الحياتية التى تشغلنا، ولأن ما حدث من تقدم مذهل فى دراستها والتحكم فيها سيؤثر فى حاضرنا ومستقبلنا. هذا التقدم له من الجوانب الأخلاقية والاجتماعية والاقتصادية والسياسية ما يجعلنا جميعاً مطالبين بفهمه، وإبداء الرأى فيه عن علم، وليس عن تحيز أو انفعال عاطفى. إن ثقافة الوراثة يجب أن تدخل فى نسيج الثقافة العلمية لكل إنسان، حتى يشارك بوعى فى صياغة المستقبل بكل فرصة ومخاطرة.

لقد كنا، ومازلنا، نقف بدهشة وحب أمام ميلاد طفل جديد، ونتبادل الملاحظات والمجاملات حول ملامحه الصغيرة، مؤكدين أنه يشبه الأب أو الأم أو الجد أو الجدة. هذه الملاحظات والمجاملات لا تخلو من الصدق، فقوانين الوراثة تؤكد أنه قد أخذ من الجميع. وكنا ومازلنا نربى النباتات والحيوانات، ونطور طرق التربية والتهجين لنتوصل إلى نتائج هائلة، تسهم فى توفير الغذاء والكساء والدواء، بل وإضافة الحس الجمالى والترفيه بتربية نباتات الزينة والنباتات العطرية والحيوانات الأليفة، التى نقتنيها فى بيوتنا ويدفع بعضنا أموالاً

طائلة لاستنساخها عند موتها. ثم، من منا لا يخشى الأمراض الوراثية والأوبئة، وهو محق فى ذلك، ولا يتمنى أن يجد العلم وسائلاً لمنعها وعلاجها عند حدوثها ؟ ومن منا لا يريد مقاومة الأمراض والآفات وضغوط البيئة، كالملوحة والجفاف، ليزيد من إنتاجية محاصيله وحيواناته، ويواجه مشكلة الفجوة الغذائية حيثما وجدت ؟ وأخيراً، مع التقدم الهائل فى التقنيات الوراثية الكفيلة بحل المشكلات الغذائية والصحية والبيئية، من منا لم ينشغل بجوانبها الأخلاقية؟ إننا نطالع كل يوم الجديد من الكائنات الدقيقة والمحاصيل والحيوانات المهندسة وراثيًّا والاستنساخ والخلايا الجذعية، التي تتشكل حسب الطلب إلى كل الطرز الخلوية، ومشروع الچينوم وتطبيقاته والبرامج الوراثية الاصطناعية، واندماج تقنيات الهندسة الوراثية مع تقنيات المعلوماتية والمواد الجديدة ... إلخ. إننا نشهد تشكل عالم جديد في آفاقه وقضاياه، قوته الدافعة هى التقدم العلمى والتكنولوچى، الذى تمثل الوراثة وهندستها واحداً من أهم فصوله. لذلك، فإن قصتها تستحق أن تروى !!!

I. ظاهرة الوراثة :

إدراك الفطرة بالفطرة !!!

كيف أدرك الإنسان، منذ فجر الحياة البشرية الذي يكرس ظهور الوعى على الأرض، ظاهرة الوراثة باعتبارها ظاهرة فطرية يتميز بها كل كائن حى ؟ لا ندري، ولا أظننا سندرى كيف حدث ذلك بالضبط. لكننا نستطيع أن نتخيل ونفكر ونستنتج، ونعتمد فى هذا التخيل والتفكير على الحفريات ورسوم الكهوف ودراسات علم الإنسان (الإنثروبولوچيا) وآثاره القديمة (الأركولوچيا).

لقد أدرك أجدادنا البدائيون التشابه بينهم وبين أفراد نوعهم، وفى نفس الوقت أدركوا التباين أيضاً، بحيث ميزوا بين أفراد مجموعاتهم الصغيرة التى كانوا يعيشون فيها من ناحية، وبين أفراد الجماعات الأخرى التى تعيش بالقرب أو البعد عنهم. ولعل ذلك كان بداية القبلية والطائفية (للأسف !!! أم أن هذه هى طبيعة الإنسان؟). ومن أهم أشكال التباين التى أدركوها أن نوعهم يتشكل من ذكر وأنثى، واستمتعوا بذلك

كثيراً، ومازال أحفادهم يستمتعون به!!! ومن يدرى..؟ لعل إدراكهم لهذه الحقيقة كان أكثر بساطة واستقامة من كل التجليات الذكورية التى صاحبت تطور المجتمعات الصغيرة وتعقدها والحركات النسوية التى تطالب بتصحيح الأوضاع، والتى تدفعها إلى تطرف آخر. إننى لا أقتنع كثيراً بصورة البدائى الهمجى الذى يسحب أنثاه من شعرها. إنها صورة تأتي من ممارسة من جاء بعدهم لصنوف عديدة من الهمجية، واستعباد النساء والرجال، والمتاجرة فيهم وابتزازهم. ولا نحتاج إلى تدليل على استمرار هذه الهمجية إلى عصر القنوات الفضائية والإنترنت. هل يحدث ذلك فى المجتمعات الحيوانية ؟ لقد كان أجدادنا أكثر بساطة (واحتراماً، رغم أن هذا حكم قيمي غير علمى) لأنهم كانوا أقرب إلى هذه المجتمعات التى عايشوها ولاحظوها، ورصدوا التشابه والتباين بين أفرادها. نعم، هنالك فى هذه المجتمعات كلها بشرية وحيوانية طقوس للغزل وصراع الذكور من أجل الإناث، ولا ننسى صراع الإناث من أجل الذكور، وإن اتخذ أشكالاً أخرى. كانت هنالك القوة والغواية، لا الاستعباد والدعارة، ولكن، هل كانت هذه بذور

تلك ؟ سؤال لا يمكن استبعاده. فمن الممكن أن أن يكون ذلك قد حدث مع التطور «الثقافى» للبشر، ولم يحدث فى الحيوانات، التى بقيت على الفطرة، من حسن حظها. لكن التطور الثقافى يعد من حسن حظنا أيضاً، فقد مكننا من إعمار الأرض وسيادتها، والتوصل إلى منظومة القيم التى تجعلنا ننتقد أخطاءنا، وندعو إلى تصحيحها، كما نفعل الآن .

نعود إلى أسئلة الوراثة عند الإنسان القديم، فمع محاولة التخيل للتفريق بين الحى وغير الحى، التى مرت بتصور وجود حياة فى كل ما حوله على الأغلب، فكل ما يتحرك يعد حيًّا، النباتات التى تهزها الرياح والحيوانات التى يخشى المفترس منها، وحتى الصخور التى تقذفها البراكين، ووعيه للتنوع فى إطار الوحدة (الذكور والإناث، وملامح كل فرد التى يعرفه بها، والتباين بين أشكال النباتات والحيوانات المحيطة به)، يجىء سؤال الجنس والتكاثر وقوة المحافظة على النوع، بحيث ينتج من كل نوع من الأنواع عند التكاثر أفراد على شاكلته كما جاء فى الكتب المقدسة. هناك من يشكك فى أن الربط البيسط بن الجنس والتكاثر لم يكن ممكناً فى إدراك القدماء، وذلك لمرور

عدة شهور بين لقاء الذكر والأنثى وميلاد الأطفال. لكن هنالك من يؤكد أن التغيرات التى تحدث فى جسد الأنثى سريعاً بعد اللقاء، ثم نمو الجنين فى رحمها، تجعلها تربط بين الحدثين، وإن كانت المعرفة العلمية بالتفاصيل قد جاءت بعد زمن طويل. إن الإنسان القديم، شاهد التكاثر من حوله فى الحيوانات، وليس بالنسبة له فقط. كما شاهد شكلاً آخر له فى النباتات، بانتشار البذور، ومن المؤكد أنه قام بالاستفادة من مشاهداته، بانتقاء البذور من النباتات الجيدة وزراعتها فى محيطه، وتدجين الحيوانات وإكثارها من أجل لحومها وألبانها وفرائها ...إلخ، إنه الوراثى الأول !!!

وإذا كنت قد ذكرت قلة الأدلة، وغلبة التصورات والتخيلات، فقد ألمحت إلى وجود بعض الرسوم الموحية فى الكهوف القديمة. إننى أقف بدهشة أمام رسم جدارى يرجع إلى ما يزيد على ستة آلاف عام فى منطقة أور بشالديا، وهى منطقة أثرية قديمة عند الفرات. يظهر انتقال الخصائص الوراثية المتباينة فى خمسة أجيال من الخيول. إنه يظهر الوعى بجوهر الوراثة، التشابه والتباين وانتقال الخصائص الوراثية من جيل إلى آخر .

وقبل تاريخ هذا الرسم وبعده، تتعدد القرائن الدالة على الممارسات الخاصة بالاستئناس والتدجين، بل وتربية سلالات جديدة. هذه الجهود طالت العديد من الحيوانات (١٠,٠٠٠-٨,٠٠٠ عام قبل الميلاد)، كالخيول والخنازير والجمال والماعز والأغنام والوعول والنعام والأرانب، ولا ننسى استئناس الكلاب. وذلك بالإضافة إلى أنواع نباتية عديدة (منذ ٥٠٠٠ عام قبل الميلاد) كالحبوب والفول وغير ذلك. وقد ظهرت هذه الجهود فى العديد من أنحاء العالم القديم عند المصريين والعرب والآشوريين والهنود والصينيين والأوربيين وغيرهم. لقد كانت جهوداً عالمية متفرقة، قبل العولمة بزمان طويل، كانت تسد الحاجات الأساسية للبشر. ولأن الحاجة أم الاختراع، فإن هنالك من يرى، ونحن معهم أنها قد بدأت بشكل غير واعٍ، ثم تحولت إلى أفعال واعية لهؤلاء الوراثيين الأوائل.

لقد انتقى الإنسان النباتات الجيدة وزرع بذورها. وقام باصطياد ما يلزمه من الحيوانات، وجعلها تتكاثر فى الأسر، تحت رعايته، وكان كل ذلك يمثل بعض المحاولات الأولى

لتطويع الطبيعة، واستغلال مواردها لصالحه. وتستوقفنا هنا حالة فريدة تدل على الفعل الواعى. فإذا كان من السهل أن يدرك البشر تكاثر الحيوانات بطريقة تشبه تكاثرهم الخاص، ويشاهدون ذلك يحدث كثيراً حولهم، فإن إدراك أهمية التلقيح الصناعى للنخيل، لزيادة إنتاجيته من البلح، لا يمكن أن تتم بغير وعى. يبدو أن الإنسان قد أدرك أن الرياح والطيور والحشرات تساعد فى تلقيح بعض النباتات، بل وهنالك من يتصور أن القدامى لم يستبعدوا ذلك بالنسبة للحيوانات، لعدم الربط الكامل بين الجنس والتكاثر. وقرر الوراثيون الأوائل عدم الاكتفاء بعمل الرياح أو غيرها، حيث قاموا بنقل حبوب اللقاح من ذكور النخيل إلى إناثه. وهنالك من بين الجداريات صورة موحية أخرى، تبين كهنة الآشوريين وهم يقومون بذلك فى طقوس مهيبة، يلبسون خلالها أقنعة الطيور. لقد مارسوا هذه الطقوس، لأنهم كما يبدو، أمام ظواهر لا يفهمون أسرارها كالتلقيح والإخصاب. وظنوا أن هذه الطقوس السحرية أو الخرافية تساعد على نجاح عملهم. لا أعتقد أنهم كانوا يعرفون بالضبط لماذا يلبسون هذه الأقنعة، لكنهم كانوا على وعى بما يفعلون .

لقد مارس المصريون التقليح الصناعى للنباتات، وأسس

العرب للتلقيح الصناعى فى الخيول، وقاموا بعملية انتخاب سلالات الخيول العربية النقية المعروفة حتى الآن. لم يلبسوا الأقنعة حينئذ، لأن حضارتهم كانت فيما يبدو أكثر عقلانية مما هى الآن!!!

ولم يقتصر الإدراك الفطرى لظاهرة الوراثة على الجوانب التطبيقية السابقة، بل استخدم الأسطورة والخرافة فى التوصل إلى تفسيرات يرتاح إليها «ثقافيًا». فبالإضافة إلى محاولة إدراك ألغاز الصحة والمرض والموت، جمح الخيال إلى مجالات كثيرة. فالهنود القدامى كانوا يظنون أن المرأة تلد ذكراً لو حلمت بأنها تبتلع حمامة، وأنثى لو حلمت بأنها تبتلع ثعباناً. (لماذا هذه التفرقة، رغم أن نساءهم يفضلن الاحتراق معهم عن العيش بعدهم ؟!!). ورأى الهندوس وغيرهم إمكانية التزاوج بين البشر والآلهة، وهنالك أساطير كثيرة تتحدث عن ذلك. كما كان لطمث المرأة وعلاقته بفترات تزاوجها ونكاحها من رأس القبيلة لتنتج نسلاً متميزاً العديد من الطقوس السحرية التى تتصل بالرؤية الفطرية لظاهرة الوراثة (أنظر كتاب السهم الذهبى لفريزر).

وامتدت التصورات الفطرية لمدة طويلة بعد الانتقال إلى مراحل التنظير والدراسة، الأكثر تقدماً وعقلانية، مازال بعضها يعيش بيننا، لقد اكتظت العصور الوسطى بتصور كائنات غريبة، نتجت عن التزاوج بين مختلف الحيوانات وما أنتجته من وحوش أسطورية متخيلة. ومازالت المجتمعات المتخلفة علميًّا تتحدث، بين الحين والآخر، عن نساء يلدن قططاً وكلاباً !!! ومازال هنالك من يتحدث عن صلة الدم، باعتبار الدم يمثل الرابطة الوراثية بين الأجيال، رغم اكتشاف قوانين الوراثة ومشروع الچينوم (إن هذا المفهوم المغلوط لا يعيش بيننا فقط، لكنه تطور إلى عنصرية وعرقية تؤدى إلى التمييز والحرب). ومازال البعض يشترى فاكهة الشتاء فى الصيف، وفاكهة الصيف فى الشتاء، رغم ارتفاع أسعارها، تحقيقاً لرغبة المرأة الحامل (الوحم) !!! وللوحم قصة شهيرة نفسر بها إحدى حكايات الكتاب المقدس، لقد عمل يقعوب مدة طويلة مع لابان، والد زوجته فى رعى الأغنام. وحتى يستمر فى العمل اتفقا على أن يكون النسل المبقع من نصيب يعقوب. أخذ الأخير فروعاً نزع قشرتها، بحيث صارت مخططة باللون

الأبيض، ووضعها أمام الإناث السوداء الحوامل فى المكان الذى تشرب فيه الماء، فكثر النسل المبقع فى نسلها، بعد أن رأت هذه الفروع المخططة !!! لابد أن لابان قد اندهش كثيراً من ذلك، ومازال هنالك من يندهش منها، ويقدم التفسيرات لها.

وإذا كانت المعالجات الثقافية للموضوعات العلمية، مثل معالجتنا الحالية، تحاول أن تتطرق إلى جذور الموضوع فى ثقافة مؤلفيها، ألا يحق لنا أن تقوم بذلك بالنسبة لثقافتنا العربية، خصوصاً وأن لدينا ما نقوله، دون مبالغة أو شوفينية تضخم الهوية؟ لقد ذكرنا فى معرض حديثنا قيام المصريين باستئناس وتوجيه الحيوانات وتربية النباتات، وممارسة التلقيح الصناعى فى هذه الكائنات. وزادوا على ذلك بالقيام بما يعد أول أشكال التكنولوچيا الحيوية القديمة بالقيام بعمليات التخمر وصناعة الجعة. وإذا كان عصرنا هذا يسمى بعصر التكنولوچيا الحيوية بأشكالها الحديثة، بما فى ذلك الهندسة الوراثية، فإن الغرب يعترف لنا بفجرها القديم، ويضع صور وجداريات معابد الفراعنة على أغلفة مجلداته العلمية ومتونها.

ويطول الحديث عن الوراثة عند العرب والمسلمين. إن

الوراثة عندهم تسمى «القيافة وتحسين الولد»، وكأنهم يتحدثون عن اليوچينيا، أو علم تحسين النسل البشرى (بسلبياته وإيجابياته التى ندركها حالياً). كان المتخصص فى الوراثة (تجاوزاً لو شئت) يسمي بالقائف (وجمعها قافة)، وهو يقوم بإثبات النسب أو نفيه، بدراسة وقياس (نعم قياس، بشكل أو بآخر) التشابه والتباين بين الأب والابن المختلف عليه، لأن الأم يثبت نسبها تلقائيًّا بحمل الطفل وولادته، ذلك قبل ظهور الأمهات البديلة واستئجار الأرحام والأجنة المجمدة فى وقتنا الحالى.

وقد فهم العرب بوضوح مشاركة نطفة الذكر ونطفة الأنثى فى تشكيل الجنين، وخصائص النسل. وقالت المرأة شعراً، عبرت فيه عن خوفها أن يؤثر زوجها، إذا كان أدنى نسباً، على أبنائها :

وهل هـند إلا مهـرة عـربية

سليلة أفـراد تحـللها بغـل

فإن أنتجت مهراً فلله درهـا

وإن يك أقرافا فما أنجب البغل

وقالت أخرى شعراً آخر، لزوجها الذى أغضبه إنجابها للبنات وهجرها، تؤكد له أنه السبب فى تحديد جنس الجنين، وتسأله (لماذا لا يأتينا ؟) فهل لها البنات وله البنين ؟ أليس النسل نتاج ما زرعه فينا ؟) !!! وأعتذر عن عدم إيراد النص الجميل، حيث لا أذكر تفاصيله.

أما تطور الجنين فى رحم الأم، من النطفة إلى الكائن الكامل، فيحق لنا أن نقدر إشارة بعض كتب علم الأجنة فى مقدماتها إلى الآية الكريمة التى توضح ذلك والتى وجهت إلى أمة تستطيع استيعابها وقت نزولها، لأن الإسلام يحمل أكبر دعوة للعمل والتدبر، موجهة عن طريق هذه الأمة إلى كل البشر، وإن كنا نركز هنا على ما قام به الإنسان.

ولأن الشعر ديوان العرب، فقد عبر كما أوضحنا فى المثالين السابقين، عن رؤاهم فى الوراثة وغيرها. لقد فهموا بدقة (فطرية) أضرار زواج الأقارب، وقال أحدهم محذراً من زواج بنات العم :

أنذر من كان بعيد الهم — تزويج أولاد بنات العم

فليس بناج من ضوى وسقم

والتوجيه بخطورة زواج الأقارب أخذ بعداً دينيًّا فى حديث الرسول ﷺ (اغتربوا ولا تضووا)، وفى أهمية حسن اختيار القرين (تخيروا لنطفكم فإن العرق دساس).

وعرف العرب إمكانية ظهور صفات الأجداد فى النسل، ووجه الرسول الكريم نظر أعرابى يشك فى نسب ابنه إلى أن ينظر فى إبله، ألا يحدث أن يظهر فيها ما يخالف أبويه ؟ وعندما أجاب بالإيجاب، وفسر ذلك (وراثيًّا) بقوله : (عسى أن يكون نزعه عرق) اطمأن على أمره. وعبارة «عسى أن يكون نزعه عرق) تعبر بدقة عن التباديل والتوافيق الوراثية عند اتحاد الحيوان المنوى والبويضة، وهى التى تظهر صفات الأجداد فى النسل(ظاهرة الارتداد كما نسميها) وفى رواية أخرى للحديث «لعله طفرة»، وهى المصدر الرئيسى الآخر للتباين الوراثى.

ومن المعروف أيضاً أن العرب تمرسوا فى فهم قوة الهجين، التى تحدث عند التزاوج بين سلالات متباعدة، وقاموا بذلك فى الإبل والحمير، بل وحاولوا القيام به بين الماعز والأغنام بصرف النظر عن عدم علمية ذلك، وتميزوا فى الانتخاب والانتقاء بالنسبة للخيول العربية، التى

لقحوها صناعياً، وأنتجوا سلالات الحصان العربى مرتفعة القيمة.

ولا يذكر الكثيرون احتفاء العرب بدور البيئة وأهميتها، هذه القضية القديمة الحديثة الخاصة بالطبع والتطبع. ويكفى أن أورد هنا الحديث الخاص بخضراء الدمن، وهى المرأة الجميلة (الوراثة أو الطبع) فى منبت السوء (البيئة والتطبع)، ومحاذير الاقتران بها.

وأخيراً، أود أن أقول أننى لست من المبالغين الذين يرون أن العرب قد أسسوا علم الوراثة، لكننى أيضاً لست من المهوّنين لشأن أصولنا الثقافية، وأرى بوضوح أن ثقافتنا القديمة كانت من أكثر الثقافات وضوحاً وأصالة وعقلانية فى فهم الفطرة بالفطرة، فى عصور ما قبل العلم الحديث، وهذا فضل لا ينكر فى وضع بذوره.



II• من الفطرة إلى الفكرة :

نظريات وإكتشافات قبل إرتفاع الستار

إن إكتشاف (أو إعادة إكتشاف) مندل، الذي وضع بوضوح قوانين علم الوراثة، يمثل تاريخياً إرتفاع الستار عن علم جديد، بالمفهوم الكامل للعلم، رغم إحتفائنا الكبير ببذوره وإرهاصاته السابقة. إن مؤرخى العلم يختلفون حول تحديد ما حدث عام ١٩٠٠ ، هل كان إكتشافاً لعمل مغمور تماماً، أم إعادة إكتشاف لعمل أهمل عمداً لتقدمه على معاصريه. وإذا كنا قد تحدثنا فيما سبق عن مرحلة أسميناها «فهم الفطرة بالفطرة» ، فمع نضج الوعى البشرى جاءت مرحلة جديدة تميزت بمحاولات التنظير بهدف التفسير، وجمع الأدلة والقرائن، التى تلجأ أحياناً إلى أشكال مختلفة من التجريب. وبذلك، فهى تعد مرحلة أكثر تطوراً للإرهاصات والبذور، إنتهت بجمع الخيوط وإعداد المسرح لظهور العلم الجديد. لقد وضعت هذه المرحلة إجابات جديدة للأسئلة القديمة. ولعل هذا هو ما حدث بعد إرتفاع الستار أيضاً، وما يحدث في كثير من الأحيان .

إن الحديث عن التنظير يقود دائماً إلى الإغريق، وإلى أرسطو بالذات، ورغم أن هنالك من ينتقد ذلك، مثل برنال فى كتابه الرائع عن «أثينا السوداء»، فإن دورهم لا ينكر، وإن كان يستحق أن نعيد تقييمه دائماً، دون أن ننسى سياقه الخاص. إن أرسطو بالذات يتعرض، أكثر من غيره، للنقد والتقييم. وقد لا يكون خروجاً عن الموضوع، ما ذكر عن تقريره أن عدد أسنان الذكر أكثر من عدد أسنان الأنثى، لأنها فى رأيه أدنى منه، دون أن يجهد نفسه بعد أسنان إمرأة واحدة فقط، فى الأوقات التى يترك فيها أفلاطون (وللعلاقة بينهما قصة أخرى، ليس هذا مجالها رغم أنها تتصل بالوراثة والسلوك). إسمحوا لى بالتوقف عن النميمة، والعودة إلى نظريات الوراثة التى قدمها الإغريق، بما فيهم أرسطو، الذى إمتد تأثيره لقرون عديدة، وأحيط بقداسة تستحق القراءة النقدية !!!.

كانت الحضارة الإغريقية القديمة ذكورية كغيرها من الحضارات، وهو الأمر الذى ما زال ممتداً، مع تفاوت أشكاله وحدته، لذلك غلب التركيز علي دور الذكر فى تحديد الخصائص الوراثية للنسل، وذلك عن طريقة نطفته أو سائله

المنوى، كما يسمى الآن. لقد إقترح أفلاطون وغيره أنه يتكون فى المخ والعمود الفقرى. وتوسع هيبوقراط وأنكساجوراس وديموقريطس فى ذلك، متصورين تكونه فى كل أعضاء الجسم، وإنتقاله عبر الدم إلى الخلايا الجنسية وتم الرجوع إلى هذه الفكرة فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، وتأثر بها داروين نفسه فى تفسيره لظاهرة الوراثة، قبل أن يقدم مندل أسسها وقوانينها، حيث إفترض تكون وحدات صغيرة فى كل أعضاء الجسم، أسماها «الجميولات»، تحمل خصائص العضو عند التزاوج، وتتجمع فى النطفة. وبهذا، كان الباب مفتوحاً عند داروين لشكل من أشكال توارث الصفات المكتسبة، على عكس ما هو شائع عند الكثيرين.

لم يكتف أبو الطب، هيبوقراط (٤٦٠-٣٧٠ قبل الميلاد) بتبنى هذه النظرية الخاصة بالوحدات الصغيرة، أو البذور كما أسماها، التى تذهب من الأعضاء المختلفة إلى النطفة الذكورية عبر الدم، بل حاول تفسير الإعاقات والأمراض الوراثية على أساس تأثر هذه البذور بالأعضاء الآتية منها. وإنتقد أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ قبل الميلاد) هذه النظرية بالتبسيط الزائد، ذاكراً

أن فقدان بعض أجزاء النبات أو الحيوان لا يؤثر علي النسل، وأن هذا النسل يمكن أن تظهر به من الصفات والخصائص ما لا يكون ظاهراً فى الأبوين. وهذا رأيان صائبان ومتقدمان على عصره، يتفقان مع كونه فيلسوفاً ومعلماً دارساً للطبيعيات، قام بوصف العديد من الأنواع الحيوانية وفهم الطبيعة الهجينية للبغال. وإن كان ذلك لا يتفق مع قناعته بأن الكثير من الحيوانات كانت نتاجاً لهجن عجيبة، حيث إعتبر الزراف ناتجاً عن حدوث تهجين بين الجمال والنمور !!!

ما هى النظرية البديلة التى وضعها أرسطو للوراثة ؟ لقد قدم مفهوم القوة الحيوية للسائل المنوى للذكر. هذه القوة تمتلك إمكانيات إعطاء الشكل للكائن الجديد، وهى تحتاج إلى مادة لتشكلها. وتتمثل المادة وفقاً لنظريته فى طمث الأنثى، التى تلعب دور الوعاء الذى ينمو فيه الجنين. وإمتدت آثار أرسطو لنجد صداها عند توماس الإكوينى فى القرن الثالث عشر وليوناردو دافنشى فى القرن السادس عشر، حتى وصلت إلى داروين فى القرن التاسع عشر. ووصل الأمر عند الإكوينى إلى تصور أن نشأة الأنثى تعد خطأ فى التكوين، لأن السائل

المنوى يحمل خاصية تكوين الذكور، وإذا ما إنحرفت المسيرة ظهرت الأنثى !! لقد كان داروين أكثر إعتدالاً، عندما ذكر أن المرأة تصنع البرعـــم، والرجل يضع العنصر الحيوى الذى يشكله.

لقد إقتضى الأمر الإنتظار طويلاً لمعرفة العطاء المتساوي للجنسين، والذى إتخذ شكلاً جديداً بعد إختراع الميكروسكوب ومشاهدة الحيوانات المنوية والتأكد من وجود البويضات الأنثوية. وقد أدت هذه الإكتشافات إلي ما أسميته «بالحرب المنوية الأولى»، حيث انتصر البعض للحيوان المنوى، وإنتص البعض الآخر للبويضة. كل فريق يعتقد أن الكائن الجديد يقبع بشكل مصغر جداً داخل الخلية الجنسية، وأن الأنثى تمده بالتغذية بعد الإخصاب، فينمو إلى الجنبن الكامل. وهنالك صوراً يؤكد أصحابها رؤية هذا الكائن الصغير (المسخوط) داخل رأس الحيوان المنوي. بل أن مالبرانش قد أكد فى أواخر القرن السابع عشر أن كل مسخوط يحمل مسخوطاً أصغر داخله، وهذا المسخوط الأصغر يحمل آخراً أكثر صغراً ... إلى ما لا نهاية. وهكذا تكون كل الأجيان القادمة سابقة التكوين. هذه هى

نظرية «التكوين المسبق»، التى قابلتها نظرية أكثر عقلانية تتحدث عن «التكوين اللاحق»، والتى تقترب من تصورنا الحالى. فالإخصاب يحدد البرنامج الوراثى للكائن الجديد، الذى يترجم عند النمو والتكوين إلى كائن كامل.

ومن النظريات الهامة أيضاً فى علم الوراثة ما يمكن تسميته بالطبيعة الإمتزاجية لوحدات الوراثة، التى أسماها مندل بالعوامل، وسميت بعد ذلك بالچينات، فى مقابل النظريات التى تتحدث عن الطبيعة الجسمية لوحدات لا تفقد خصائصها بالإمتزاج. إننا نشهد أمبدوكليس يؤكد دور الأنثى فى تحديد خصائص الجنين، لكن الإمتزاج كان محور فلسفته فى الوراثة وغيرها من المجالات التى أسهم فيها. إن الإمتزاج يعنى أن يكون الكائن الجديد متوسطاً فى خصائصه بين الأبوين، وهذا ما لا نشاهده، حيث تظهر خصائص الآباء والأجداد فى الأجيال التالية، ولا تذوب بالإندماج. وهذا ما قطعت به أعمال مندل.

وإذا نعرف أن مندل قد أسس لعلم الوراثة وقوانينه بأعماله التى قدمها عام ١٨٦٥ ونشرت عام ١٨٦٦، فهى قد قامت

على التهجين بين سلالات بسلة الزهور. لذلك، فلابد من ذكر رواد التهجين بين النباتات، وعلي رأسهم كامار يريوس فى أواخر القرن السابع عشر وكولرويتر فى النصف الثانى من القرن الثامن عشر. كما أن مويرتوى، فى أواخر القرن السابع عشر أيضاً، قد سبق مندل فى تقديم مفهوم السيادة، عندما درس صفة تعدد الأصابع فى الإنسان. وله فى مجال التطور أيضاً ما يرى أنه قد سبق به داروين.

ولأننا نحتفى فى هذه الكراسة، بشكل خاص، بالتأسيس لما قبل إكتشاف أو إعادة إكتشاف مندل، فى مطلع القرن العشرين، فسنورد هنا «الخط الزمنى» لإسهامات بعض أبطال قصة الوراثة قبل إرتفاع الستار مع مطلع القرن العشرين.

١٦٥٠ – هارفى يفترض وجود بويضات الثدييات، وينتصر لدورها.

١٦٧٧ – أنطونى ڤان ليڤنهوك يشاهد الحيوانات المنوية السابحة فى سائلها ويسميها حُيَيْنات animalcules، وإن رأى البعض أنها قد تكون ملوثات للسائل المنوى، صاحب الدور الرئيسى فى تصورهم.

١٨٣٨- يقدم شليدن وشوان «نظرية الخلية» باعتبارها الوحدة البنائية للكائنات الحية، وفى العام التالى يقد فيرشو «المبدأ الحيوى»، الذى ينص على أن الخلايا الحية لا تنتج إلا من خلايا حية سابقة.

١٨٤٢ - ناجيلى بيشاهد إنقسام الخلية إلى إثنتين، ويلحظ وجود الكروموسومات.

١٨٥٩ - تشارلز داروين ينشر كتابه عن أصل الأنواع، الذى يشير إلى علاقاتها التطورية ودور الإنتخاب الطبيعى فى ظهورها. ولا ننسى هنا أن كارل لينيوس قد قدم الطريقة التى يمكن بها تصنيف وتسمية هذه الأنواع، قبل داروين بما يزيد على القرن لقد كانت نظرية داروين عن التطور وراء دراسة چينومات عديدة كائنات، ومقارنتها بالچينوم البشرى.

١٨٦٥ - قدم جريجور مندل بحثه الشهير عن البازلاء، الذى نشر فى العام التالى، وأهمل حتى بداية القرن العشرين. وفيه أوضح قوانين إنتقال العوامل الوراثية (التى أسماها وليام جوهانسون بالچينات عام ١٩٠٩) من جيل إلى آخر. لقد قدم مندل «الوحدة» لعلم) البيولوچيا، فجعله علماً دقيقاً.

لقد كان إنجاز مندل بسيطاً وموحياً، إستند فيه إلى تمكنه من الرياضة والإحصاء وتحليل وتوثيق النتائج. هذا الراهب الذى نشأ فى ظروف صعبة، وساعدته أخته مادياً، وسقط في إختبارات تدريس العلوم، وكان يدخن عشرين لفافة تبغ يومياً، أسس علماً قادنا إلى الهندسة الوراثية والتكنولوچيا الحيوية بكل تطبيقاتهما وقضاياهما. لقد هجن سلالة نقية من بسلة الزهور، والنقاء هنا يعني أن تكاثرها ذاتياً ينتج أفراداً تشبه الآباء فى صفاتها. ولاحظ أن الجيل الأول الناتج من التهجين يظهر على شاكلة أحد الأبوين (قانون السيادة). وتعود الصفتان الخاصتان بالأبوين إلي الظهور فى الجيل الثانى، أى أن العوامل (أو الجينات) لا تمتزج وتفقد خصائصها (قانون الانعزال). وإذا هجن سلالات تختلف فى صفتين، فكل صفة تسلك نفس المسلك السابق مستقلة عن الأخرى (قانون التوزيع الحر أو المستقل). وفسر ذلك بأن لكل صفة عاملين، يأتى أحدهما من الأب والآخر من الأم (العطاء المتساوى للجنسين)، إذا تشابها يكون الفرد نقياً، وإذا إختلف يكون الفرد خليطاً. وتنعزل العوامل فى الخلايا الجنسية، التى تحمل عاملاً واحداً لكل صفة. ويتحدد تركيب الفرد الناتج بناء على إتحاد الخليتين

الجنسيتين، فيكون نقياً أو خليطاً. فإذا كنا ندرس صفة الطول، ونرمز للطول (ط) والقصر (ق) فالشكل التالى يوضح التجربة (انظر الشكل). وبالتالى تظهر نسبة ٣ : ١ الشهرة (سائد : متنحى) فى الجيل الثانى، لقد شك فيشر فى نتائج مندل، لأنها تتطابق مع المتوقع بصورة لا يصدقها. ورد عليه الكثيرون إن تجاربه التى أجراها فى حديقة الدير بمدينة برن كانت فتحاً عبقرياً، حتى وإن ساعدته الصدفة فى إختيار الصفات التى تؤدى إلى النتيجة (الصدفة تأتى لمن يستحقها). وصدقت نتائجه فى كل الكائنات، بما فى ذلك الإنسان. وكان ما يعد إستثناء فى تجاربنا يؤكد القاعدة (أنظر ص ٤٠).

١٨٧١ – فريدريك ميشر يعزل «النيوكلين» من أنوية الخلايا التى تحصل عليها من ضمادات الجروح المتقيحة وغيرها، والذى يثبت فيما بعد إحتوائه على مادة الوراثة (DNA) المرتبطة بالبروتينات. لكنه لم يقدر أهمية عمله بشكل كاف

١٨٨٢ – والتر فليمنج يشاهد إنتظام الكروموسومات فى الإنقسام الميتوزى (الخيطى) لأنوية الخلايا، ثم الإنقسام الميوزى (الإختزالى)، الذى يؤدى إلي

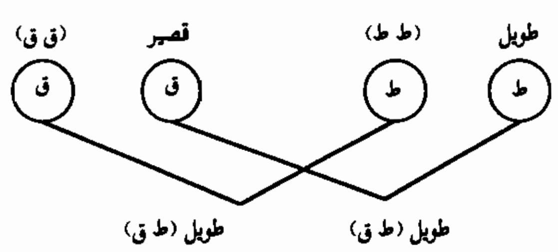
تكوين الخلايا الجنسية، بعد ذلك بعامين. ويقدم جالتون فى هذا العام أيضاً دراسة عن الفروق الوراثية مقترحاً إمكانية تحسين النسل البشرى (اليوچينيا)، وهو الإتجاه الذى بنيت عليه ممارسات غير مقبولة، واستند عليه دعاة التفرقة العنصرية، وتتم مناقشة عودته الجديدة إذا أسىء توظيف نتائج مشروع الچينوم.

١٨٩٠ - أوجست وايزمان، دون معرفة مسبقة بأعمال مندل، يقدم فى تسعينيات القرن التاسع عشر الشكل المبكر لنظرية الكروموسومات، ويقرر أنها تحمل وحدات كثيرة (ids) محددة للخصائص الوراثية. ويخالف من يرى تجانس كل الكروموسومات، حيث يؤكد إختلاف كل منها .

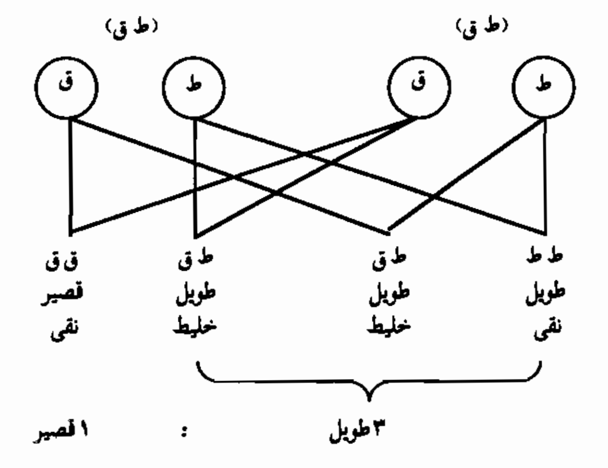
هذه هى ملامح الصورة الثرية التى تشكلت قبل رفع الستار عن «علم الوراثة»، علم القرن العشرين، الذى قادنا وقدناه إلى «عصر الچينوم» وما بعده.

رسم تخطيطي لتجربة مندل في بسلة الزهور

(صفة الطول)



قانون السيادة



(النسبة المندلية الشهيرة)

III. علم الوراثة :

من عصر مندل إلى عصر الهندسة والجينوم

إذا كان من المتفق عليه التأريخ لعلم الوراثة بإعادة إكتشاف دراسات مندل على بسلة الزهور عام ١٩٠٠، فقد حرصنا على تقديم ما سبق ذلك من إسهامات تضع هذا العلم فى سياق المعرفة البشرية المتدفق. وسنحاول هنا أن نتبع «الخط الزمنى» للأعمال والإكتشافات التى أدت إلى مشروع الجينوم، والتى قد لا تتعرض بالتركيز الكافى لبعض فروع الوراثة المتشعبة. ويهمنا هنا أ تذكر أمرين :

أولاً : أننا نعنى بوصف «علم الوراثة» باعتباره علم القرن العشرين أن بداية هذا القرن شهدت الدراسات المنهجية والبحوث المتلاحقة لهذا المجال الذى سمى بالوراثة فى منتصف العقد الأول من هذا القرن «الماضى». وهذا لا يتعارض مع كون القرن العشرين قد شهد أهم التطبيقات الإيجابية والسلبية لعلم الفيزياء، وأن القرن التاسع عشر قد شهد إزدهار تطبيقات الكيمياء والميكانيكا.

ثانياً : أن الطفرة الكبرى لعلم الوراثة، التى حولت البيولوچيا (علم دراسة الكائنات الحية) من علم وصفى إلى «علم منضبط» إلى حد كبير، جاءت من «قوة الهجين» بين البيولوچيا والكيمياء (الكيمياء البيولوچية والحيوية) والبيولوچيا والفيزياء (الفيزياء الحيوية). لقد قدم هذا العلمان للبيولوچيا الطرق والوسائل التى مكنتنا من دراسة ظواهر الحياة والوراثة على المستوى الجزيئى (البيولوچيا الجزيئية). وهكذا تمكننا من الإمساك بمادة الوراثة، والتعرف على تركيبها ووظائفها، إنتهاء بسلسلة مفرداتها وعمل الخرائط الخاصة بها (الخرطنة) فى مشروع الچينوم، وتطويعها للعزل والنقل من كائن إلى آخر (الهندسة الوراثية).

بعد هاتين الملحوظتين الهامتين ، دعونا نرجع إلى «الخط الزمنى» المذكور :

١٩٠٠ – هوجو دى ڤريز، يعيد إكتشاف مندل، ويواكبه فى ذلك بشكل منفصل كل من كارل كورنس وإيريك ڤون تشرماك. لقد أخترنا دى ڤريز ليتصدر القائمة، لأنه قدم لنا مفهوم «الطفرة»، الذى تقوم عليه كل تحليلاتنا الوراثية للچينوم.

١٩٠٢ - چون سوتون يشاهد إنعزال الكروموسومات الأبوية والأمية في الإنقسام الميوزي، ويؤكد دور الكروموسومات في الإحتواء على العوامل الوراثية. وفي نفس العام يقترح ملك كلنج دور كروموسوم × في تحديد الجنس. كما يتعرف جارود على أول مرض وراثي، ويربطه بالتمثيل الغذائي، مشيراً قبل ما يزيد عن القرن إلى المجال الأهم لمشروع الچينوم، مجال الأمراض الوراثية وآفاق تشخيصها وعلاجها.

١٩٠٥ - وليام بيستون يسمى العلم الجديد بالوراثة Genetics.

١٩٠٩ - چوهانسون يسمى وحدات التوارث بالچينات Genes، بعد أن كانت تسمى البانچينات والعوامل الوراثية.

١٩١٠ - ينضج توماس هنت مورجان في دراسته على ذبابة الدروسوفلا مع مجموعته الشهيرة التي عملت في (غرفة الذباب) «نظرية الكروموسومات» ويكتشف الچينات المرتبطة بكروموسومات الجنس. ويلاحظ في

العام التالى أن ظاهرة الإرتباط بين الچينات تنجم عن وجودها على نفس الكروموسوم.

١٩١٣ - يقدم الفريد سترتڤانت أسلوب بناء خرائط الإرتباط بين الچينات - والحقيقة أن أعمال مورجان وسترنڤانت وضعا أساس الخرائط الوراثية، التى تعد هدفاً رئيسياً فى مشروع الچينوم، وإن كانت تتم بالطرق الأحدث.

١٩٢٨ - يكتشف فريدريك جريفث التحول الوراثى فى البكتريا بانتقال «عنصر» معين من سلالة ميتة إلى سلالة أخرى حية، ويكسبها صفة وراثية تتميز بها السلالة الميتة (القدرة على إحداث الالتهاب الرئوى فى الفيران). وكان من غير السهل معرفة أن هذا العنصر مكون من مادة الوراثة.

١٩٣١ - هاريت كريجتون وباربارا ماكلنتوك تدرسان حدوث التراكيب الجديدة فى الذرة، وتفسرانها بالتبادل المادى بين أجزاء الكروموسومات. ويلاحظ كيرت شترن نفس الشىء فى الدروسوفلا. وقد بدا واضحاً

أن الكروموسومات لا تربط محتواها الچينى بشكل تام، لكنها تحدث تبادلاً مادياً بينها فى الإنقسام الميوزى، مما يؤدى إلى تكوين تباديل وتوافيق عديدة فى التركيب الوراثى للخلايا الجنسية الناشئة عن هذا الإنقسام. وهذا يعزز التباين الهام لزيادة قدرة الكائنات على التكيف.

١٩٤١ - چورج بيدل وإدوارد تاتم يقدمان أول تفسير كيماوى لوظيفة الچينات (فرضية چين واحد - إنزيم واحد). لقد توسع هذا المجال الخاص بدراسة تحكم الچينات فى تركيب البروتينات إلى الدرجة التى نرى فيها الآن الإبتداء فى «مشروع البروتيوم» بعد الإنتهاء من مشروع الچينوم. للتعرف على كل البروتينات التى ينتجها الچينوم.

١٩٤٤ - أوزوالد آفرى وكلوين ماكلويد وماكلين مكارثى يتعرفون على «عنصر» جريفث، الذى يحدث التحول الوراثى، ويشيران إلى أنه حامض الديوكسى ريبوز النووى (DNA). كان هذا هو أول إثبات

لطبيعة مادة الوراثة بعد أن ساد الإعتقاد بأن البروتينات أكثر ملاءمة لتلعب هذا الدور، لتعقد وثراء تركيبها بالمقارنة بالحامض النووى (تتكون البروتينات من تتابعات مختلفة لعشرين حامضاً أمينيا، بينما تتكون الأحماض النووية من تتابعات لأربع وحدات تسمى بالنيوكليوتيدات. كان التصور أن «لغة الوراثة» التى تتكون من عشرين حرفاً أقرب إلى القبول من لغة ذات حروف أربعة).

١٩٥٠ - باربارا ماكلنتوك تنشر دراستها عن العناصر الوراثية المتنقلة فى الذرة، التى سميت بعد ذلك ترانسبوزونات. وقد وجدت بعد ذلك فى كائنات أخرى، وتشكل ملمحاً واضحاً فى نتائج مشروع الچينوم، وفى دراسات السرطان وغيره.

١٩٥٢ - الفرد هيرشى ومارثا تشيز يثبتان أن مادة الوراثة فى الفاج الباكتيرى (باكتريوفاج) T2 من DNA أيضاً. ويتم التأكد أن هذه المادة تلعب دور مادة الوراثة فى كل النظم الوراثية للكائنات الحية

والڤيروسات، عدا بعض الڤيروسات التى أتضح أن مادة وراثتها هى حامض الريبوز النووى (RNA).

١٩٥٣ - چيمس واطسون وفرانسيس كريك يقدمان واحداً من أهم إكتشافات العلم، نموذج اللولب المزدوج لمادة الوراثة، ويشيران بوضوح إلى ملاءمة تركيبه لدوره كمادة للوراثة : القدرة على التكرر الدقيق للمحافظة على الأنواع، وهامش الطفور الذى يسمح بالتباين ويزيد التكيف. إن التعرف على خريطة إنتظام الچينات على طول هذا اللولب المزدوج، وسلسلة حروفه الأربعة، هما لب «مشروع الچينوم»، الذي يمكننا من قراءة «كتاب الإنسان» وغيره من الكائنات، والمقارنة بينهما.

لقد تم هذا الكشف بعد سياق مثير، يقدم كنموذج لعلم إجتماع العلم ولأساليب المنافسة والسبق بين العلماء.

لقد وصلنا عبر هذا «الخط الزمنى» إلى نقطة تستحق أن نتوقف عندها، بعد أن إستعرضنا كيف تمكن الفكر البشرى باستخدام المنهج العلمى أن يضع يده على مادة الوراثة، لنعرف

ماذا فعلنا بهذا الكشف، الذى وصفناه بأنه من أهم إكتشافات العلم، حتى وصلنا مع نهاية القرن العشرين إلى مسودة الچينوم البشرى. أو كما ذكرنا فى عنوان هذا الجزء، كيف توج علم الوراثة، باعتباره علم القرن العشرين، بهذا المشروع العملاق، الذى يفتتح عصراً جديداً. لن نعمد هنا إلى «خط زمنى» آخر، ولكن إلى سرد مختصر يمكننا من مناقشة ثقافة هذا العصر.

بعد أن حسم سباق التعرف على مادة الوراثة وطبيعة إنتظامها، بدأ الحديث منذ أواخر الخمسينات عن شفرتها، فهى فى نهاية الأمر لغة شفرية تتم ترجمتها فى خلايا الكائنات الحية. وقد قدم فرانسيس كريك أفكاراً هامة فى هذا المجال . ثم شهدت الستينات إكتمال التعرف على هذه الشفرة على أيدى خورانا ونيرنبرج (١٩٦٦). وبصرف النظر عن الجهود المكثفة، فقد كانت الشفرة بسيطة : التتابع الطولى لحروف الدنا DNA . يحدد التتابع الطولى للأحماض الأمينية فى البروتينات – كل حامض أمينى تحدده كلمة شفرية مكونة من ثلاثة حروف DNA – أى طفرة فى الكلمة الشفرية تغير معناها، وبذلك يتغير البروتين الذى يحكمه الچين المحتوى على

هذه الكلمة الشفرية الطافرة - هذه الطفرات تفسر العديد من الأمراض الوراثية. ولا شك أن القارىء يدرك وجود ركام من التفاصيل التى قد لا تفيد الهدف من الكراسة الحالية.

وإذا كنا قد ذكرنا فك شفرة الوراثة فى الستينات، فإن السبعينات قد شهدت فجر الهندسة الوراثية بتوليف جزئيات DNA من كائنات مختلفة (بول برج ١٩٧٢). كما شهدت التوصل إلى طريقة لسلسلة قواعد DNA (آلان ماكسام ووالتر جلبرت ١٩٧٧). وقد إستحث نجاح السلسلة وتحديد تتالى القواعد حلم السلسلة الكاملة لجينومات الكائنات إكتشاف «إنزيمات الحصر» التى تقطع مادة الوراثة عند تتابعات معينة، وكأنها مقصات وراثية متخصصة، مما جعل هذا الأمر متصوراً، رغم ما يقتضيه من جهد ووقت وتكلفة. لذلك قدم ديفيد بوتشتين وزملاؤه (١٩٨٠) إقتراحاً لسلسلة الجينوم البشرى الكامل بعد تجزئته إلى شظايا، وإقترح أكيبوشى داوا إستخدام طرق الأتمتة والروبوت فى ذلك. وكان لنجاح كارى موليس وزملائه فى التوصل إلى تفاعل البلمرة المتسلسل (١٩٨٥)، الذى يمكننا من الحصول على كميات كبيرة من أى كمية

صغيرة من DNA، وكذلك لنجاح ليروى هود وللويد سميث في بناء آلة لسلسلة DNA بأسلوب الأتمتة (١٩٨٦)، أثراً في زيادة واقعية التفكير في سلسلة الچينومات.

وكان من الطبيعى أن يبدأ المهتمون فى تنظيم جهودهم، وشحذ طاقاتهم (وأسلحتهم) التنافسية. لذلك إستضاف روبرت سنشمير إجتماعاً فى جامعة كاليفورنيا (١٩٨) لمناقشة جدوى سلسلة الچينوم البشرى. وكانت هيئة الطاقة الأمريكية، التى عانت من ضعف الإهتمام ببحوث الطاقة مع تغير الظروف الدولية ورخص البترول، أكثر مبادرة. لقد عقدت فى عام ١٩٨٦ إجتماعاً لمناقشة خطط البدء فى المشروع، مستندة إلى إمكانياتها البحثية المتميزة. لكن معهد الصحة القومى قرر فى عام ١٩٨٨ أن يكون مشاركاً رئيسياً فى المشروع وأنشأ مكتباً لذلك برئاسة چيمس واطسون، للإستفادة من إسمه الكبير (كما ذكر واطسون نفسه). وفى أكتوبر من العام نفسه قرر العملاقان (هيئة الطاقة ومعهد الصحة) التعاون معاً، وفى العام التالى شاركا فى لجنة تعنى بالجوانب الأخلاقية والقانونية والاجتماعية للمشروع، وهى الجوانب التى أصر واطسون على

الإهتمام بها منذ البداية، وإقترح رصد ٣ ٪ من ميزانية المشروع لتغطية تكاليف أنشطتها. وفى عام ١٩٩٠ نشرت المؤسستان أول خطة خمسية للمشروع، تقتضى الإنتهاء من الخريطة الوراثية لچينات الچينوم البشرى، وجزء من السلسلة الخاصة بحروفه الأربعة فى عام ٢٠٠٥. وكان التصور المطروح للمشروع مبنى على الإنتهاء منه فى خمسة عشر عاماً، وأن التكلفة ستبلغ حوالى ثلاثة بلايين دولار (دولار لكل حرف من حروف DNA، حيث أنها تبلغ فى الچينوم البشرى حوالى ٣,٢ بليون حرف). وفى العام نفسه قرر معهد الصحة القومى البدء فى محاولات واسعة لسلسلة چينومات عدد من الكائنات النموذجية (بكيتريا القولون - الميكوبلازما - النيماتودا - الخميرة)، لأهميتها فى المقارنات التطورية والوظيفية مع الچينوم البشرى وقد أضيفت إليها بعد ذلك كائنات أخرى كالفيران ونبات الأرابيدوبسس. وأعلن عن البداية الرسمية لمشروع الچينوم فى أول أكتوبر ١٩٩٠.

لقد جرت بعد ذلك أمور كثيرة، ستكون بالقطع موضوعاً فى دراسات تاريخ وسوسيولوچيا العلم عموماً، وبالذات فيما يتعلق بالعلم الكبير Big Science، لأن هذا المشروع هو أكبر

مشروع بيولوچى عرفته البشرية. وتواصلاً مع العرض الحالى ستذكر باختصار بعض المحطات الهامة، التى تتمشى مع الهدف منه .

* إستقال واطسون بعد خلاف مع مديرة معهد الصحة حينذاك - برنادين هيلى - حول الرغبة فى السماح بإعطاء حق براءة الإختراع لمقاطع من الچينات (لأن العمل يقع فى نطاق الإكتشاف وليس الإختراع).
* تحول المشروع إلى مشروع دولى، حيث شارك فيه بشكل رئيسى عشرون معملاً من ستة دول، مع مشاركات أقل من دول أخرى. كانت المشاركة المميزة من بريطانيا، يليها فرنسا وألمانيا واليابان والصين.
* الإتفاق الأخلاقى على نشر نتائج المشروع وإمداد قواعد البيانات العامة بها خلال ٢٤ ساعة.
* ظهور كريج ڤنتر كمنافس من القطاع الخاص، بعد أن عمل طويلاً فى الجهات الحكومية، حيث أسس شركة سيليرا چينومكس (١٩٩٨)، واستطاع الحصول على تمويل لنشاطه. لقد حقق ڤنتر نجاحاً قبل ذلك فى

السلسلة السريعة لچينومات الكائنات الدقيقة، وإقترح طريقة للتكسير العشوائى للچينوم ثم سلسلة المقاطع، وإعادة ترتيبها باستخدام الحواسب (العملاقة). تم التشكيك فى الطريقة فى البداية، ولكن نجاح ڤنتر دفع «المشروع العام» إلى الإنتباه إلى خطورة المنافسة. لقد إعتمد هذا المشروع على سلسلة قطع متتالية من كروموسومات محددة ثم ترتيبها، وقد وصفت من باب الدعابة بأنها سلسلة حكومية محافظة، وكان هنالك إصرار على أنها الطريقة الأدق. لكن أسلوب ڤنتر الجرىء، وإستفادته من معلومات المشروع، جعلاه يعلن إستعداده للإنتهاء من العمل قبل المشروع الكبير (فى تنظيمه وتمويله). لذلك أعاد أصحاب هذا المشروع حساباتهم، وكثفوا الجهود للإنتهاء فى وقت متقارب مع الوقت الذى أعلنه ڤنتر.

* بعد محاولات التخفيف من حدة الخلاف، تم الإتفاق على إعلان مسودتى المشروعين العام والخاص فى لقاء تاريخى، شارك فيه على الهواء كل من كلينتون وبلير (يونيو ٢٠٠٠). لقد ذكر كلينتون أننا توصلنا إلى اللغة

التى خلقنا بها الله، وأن سيضيف سنوات عديدة إلى عمر إبن بلير الذى ولد فى ذلك الوقت !!

* مرة أخرى عاد السباق محموماً للإعلان عن المسودة التحليلية النهائية فى وقت واحد. وحدث ذلك فى فبراير ٢٠٠١، حيث نشرت مجلة Nature نتائج المشروع الدولى فى عدد ١٥ فبراير، ونشرت مجلة Sience نتائج مشروع ڤنتر فى يوم ١٦ من نفس الشهر. وقد جرى الجدل حول موافقة المجلة على نشر ڤنتر لنتائجه، مع إصراره على عدم إتاحة المعلومات الكاملة إلا لأغراض بحثية، والرغبة فى بيعها لمن يريد الإستفادة منها.

* قبل أن يهدأ الحديث عن مشروع الچينوم، إذا كان سيهدأ أصلاً، بدأ الحديث عن مشروع لا يقل عنه أهمية، وهو «مشروع البروتيوم» الذى ذكرناه من قبل. لقد ظهر أن الچين الواحد يمكن أن يشارك فى بناء أكثر من بروتين، ولذلك نجد أن عدد البروتينات البشرية يبلغ أضعاف عدد الچينات. هذه البروتينات ينعكس فيها إلى حد كبير الأهداف التى قصدناها من التعرف على

الچينوم وربطه بالبروتيوم، من دراسة للأمراض الوراثية وتشخيصها وعلاجها، وموضوعات أكثر خلافية تتعلق بالقدرات والمواهب والسلوك والشيخوخة... إلخ. إن تكامل المشروعين سيكون عنصراً هاماً فى العصر الجديد.

وإذا كنا نتأمل المغزى الثقافى لمشروع الچينوم وما بعده كمحصلة التاريخ الطويل لعلم الوراثة، إلا أننى أود أن أشير إلى أمر من المؤكد أنه لم يفت على القارئ، وحاولت أن ألمح إليه فى مواضع كثيرة. فرغم ما قد يراه البعض من طابع «حداثى»، ويراه البعض الآخر من طابع «بعد حداثى»، لمشروع الچينوم ومغزى نتائجه، التى تحلل وتفكك وتجمع وتقارن چينومات «عالم الحياة»، إلا أن بذور التفكير فيه قديمة وموحية. ولولا الحيز الضيق لكان من الممكن التوسع كثيراً فى هذا الموضوع. إننى أذكر هذه الملاحظة حتى أؤكد أهمية الحكمة فى التعامل مع هذه النقلة النوعية فى معارفنا الوراثية، حتى لا نخطىء فى قراءة وتفسير و «إعادة تأليف» كتب الچينومات التى عرفنا كيف تصطف حروفها.

إن حديثنا عن ثقافة الوراثة لابد وأن يتضمن رؤيتنا للنظرية الإختزالية والنظرة الكلية فى تاريخ العلم. لقد نجح مندل بالتفكيك والإختزال فى إكتشاف قوانين الوراثة، رغم أن سابقيه أجروا تجارباً مماثلة، ولم تمكنهم النظرة الكلية من بلوغ الهدف، لتعقد الصورة. واليوم هنالك من يختزل الكائن فى چيناته. الم يقل واطسون أننا قد عرفنا أن أقدارنا ليست فى السماوات ولكن فى الچينات ؟ حقيقة أن العلم إستفاد كثيراً، وفى كل المجالات، من التفكيك والإختزال. لكن عليه أن يجمع أجزاء الصورة بعد ذلك، ليكون صورة كلية ناضجة، تمكن من التعامل الحكيم الذى دعونا إليه فى الفقرة السابقة. إننا مع لونتين فى رفضه أننا نختزل فى چيناتنا (genes are us)، فالچينات ما هى إلا «نص» يترجم عبر عمليات تكوين الفرد بالتفاعل مع البيئة، وهذا ما أسماه بالحزون الثلاثى (الچين، الكائن، البيئة).

IV. أيـــن صرنا ...

وإلى أين نمضى ؟

بعد عرض قصة الوراثة من الفطرة إلى الهندسة، أرجو أن يكون القارىء قد إقتنع أن الوراثة، التى توصف دائماً بأنها من علوم القرن العشرين، وهى كذلك فعلاً بالمعنى الدقيق لكلمة علم، تضرب بجذورها فى أعماق التاريخ وما قبل التاريخ، منذ بداية الوعى بظهور الإنسان. ولتقدمها الهائل، فهى تبقى الإنسان دائماً فى حالة دهشة وإهتمام، خصوصاً مع ظهور تكنولوچيا الوراثة التى تطالعه أخبارها كل يوم. فبين الحين والآخر يعلن إكتشاف الإرتباط بين چين معين ومظهر وراثي معين، قد يكون مرضياً أو سلوكياً. ولا شك أن مشروع الچينوم يدعم هذا الأمر بشكل كبير، ويفتح آفاقًا جديدة للتعرف على وظائف الچينات (الچينوميات الوظيفية) والمقارنة بين چينومات الكائنات المختلفة (الچينوميات المقارنة). فمن منا لم يسمع عن التشابه بين چينوم الإنسان والشمبانزي (تتراوح الدراسات بين ٩٥ ٪ وما يقرب من ٩٩ ٪، وتختلف تفسيراتها فى ذلك، حيث يركز بعضها على التتابع وبعضها على

الإنتظام) ؟ ومن منا لم يستوقفه مغزى هذا التشابه، مع التأكيد أن الإنسان إنسان والشمبانزى شمبانزى ؟

إن نسبة التشابه كبيرة حتى مع ذبابة الدروسوفلا وديدان الأرض، وحتى الخميرة. وهى أكثر ضخامة مع الفيران. ألا يؤكد ذلك ما سبق أن ذكرناه من كوننا أكثر من چيناتنا ؟

ومن منا لم يرتح إلى التباين الضئيل بين البشر (٠,١ ٪) الذى يسقط التمييز على أساس السلالة والعرق، وإن كان يخشى أن البعض سيظل يوظفه لهذا الغرض ؟

ومن منا لم يرتح أيضاً من إمكانية التدخل الوراثى فى مواجهة الأمراض والأوبئة المستعصية (السكر والقلب والشلل الرعاش وخرف الشيخوخة والسرطان، بل والإيدز أيضاً) ؟ إن العلاج بالچينات قد شهد محاولات عديدة، ومازال يواجه بعض المشلات التقنية الجادة، لكنه جاء ليبقى.

ولا شك أن القارئ قد طالع أيضاً أخبار الخلايا الجذعية، أو خلايا المنشأ كما تسمى، وهى الخلايا التى تمتلك كل إمكانيات الخلايا الجنينية الأولى وتتشكل إلى كل أنواع الأنسجة، أي أنها كاملة القدرة الوراثية، وليست مثل الخلايا

البالغة التى تمايزت وتخصصت فى أنسجتها المعينة. إن هذه الخلايا تعطينا القدرة على العلاجات التعويضية للأنسجة والأعضاء التى تعانى من مختلف أنواع القصور. وقد تسمح بالقدرة على تعويض هذه الأعضاء، دون المشاكل الأخلاقية للحصول على واهبين متطوعين أو تجارة الأعضاء. لقد إستخدمت الأجنة للحصول على الخلايا الجذعية، وأثار ذلك حفيظة الكثيرين، باعتباره إعتداء على حياة إنسان فى مرحلته الجنينية. وظهرت القوانين التى تحد العمل على هذه الخلايا، لعل أشهرها ما أصدرته إدارة الرئيس بوش الابن، الذى يقصر العمل على الخطوط الخلوية الموجودة عند ظهوره، ويمنع الأموال الفيدرالية من البحوث التى تتخطى ذلك. وأخيراً، وجدت هذه المشكلة الحل فى الحصول على هذه الخلايا من السائل الامنيونى المحيط بالجنين فى رحم الأم، دون إيذاء الجنين. وقد تحقق نجاحات ملحوظة فى استخدام هذه الخلايا لتعويض الجلود المحترقة وتشكل المثانة معملياً وغير ذلك.

وبالنسبة للنباتات والحيوانات، إستخدمت تقنيات التوليف الوراثى لإنتاج العديد من الأنواع المهندسة ورثياً لأغراض مختلفة. فهناك ملايين الأفدنة المزروعة بالمحاصيل الهامة، التى

هندست أصنافها وراثياً، لمقاومة الأمراض والآفات والضغوط البيئية كالملوحة والجفاف (فول الصويا، الذرة، القطن، الكانويلا، الأرز، ... إلخ). وإنتشرت زراعة هذه الأصناف فى الولايات المتحدة وكندا والصين وغيرهم. والأهم من ذلك، دخول مكونات هذه المنتجات فى الصناعات الغذائية. وتحفظ المستهلكون على ذلك، وقامت معركة بين أوروبا وأمريكا للمطالبة بوضع بطاقات توضح إحتواء المنتجات الغذائية على مكونات مهندسة وراثياً، مع إصرار أمريكا على أن ذلك يعد تمييزاً لا مبرر له، مادامت الآثار الضارة لم تتأكد. وأظن أن الحرب بينهما تجارية تتعلق بالمنافسة، بأكثر مما تتعلق بتقييم الأخطار، وإن كانت هذه المخاوف معدية، حيث ترددت فى أمريكا أحياناً (الرهبة من كل وافد جديد).

وقائمة الحيوانات المهندسة وراثياً، لإجراء البحوث العلمية أو للأهداف التطبيقية، تزداد باستمرا، لقد نقل إلى الفيران العديد من الجينات البشرية المسببة لكثير من الحالات المرضية (الصلع، والضغط، والسرطان ... إلخ)، وسميت بحق بالفيران المؤنسنة !! ويشد الإنتباه نقل المقطع الخاص بالذكورة إلى الخلايا الجنينية لفيران كان من المفترض أن تصير إناثاً،

فتحولت إلي ذكور طاردت الإناث عندما كبرت، وإن كان عقيمة، لقد حدث ذلك فى مطلع التسعينات، مؤكداً ضآلة الفارق الوراثى بين الذكر والأنثى، الذى يؤكد أن النوع البشرى يجب أن يكون ذكراً وأنثى، دون يعنى دونية أو تفوق أحدهما. ورغم ما يؤدى إليه من فروق ظاهرية وسلوكية، تصب فى التكامل وليس التمييز، إلا أنه يثبت أن التمييز يقوم على أساس ثقافى ذكورى بالدرجة الأولى، إلا أن ما يثير التأمل هو نقل چين مرتبط بالذكاء، وهو صفة معقدة تتأثر بالبيئة والتربية، إلى الفيران. وقد أدى ذلك إلى زيادة قدرتها على السير فى المتاهة التجريبية والوصول إلى الهدف. ألا يحق لنا مع ذلك أن نتساءل : إلي أين ؟ سنعود إلى هذه النقطة لاحقاً.

والمهم أن الحيوانات الصغيرة والكبيرة والأسماك تهندس وراثياً أيضاً لأغراض تطبيقية عديدة لتحسين نوعية لحومها وألبانها وإنتاجيتها ومقاومتها للأمراض. بل وينقل إليها الچينات التى تجعلها تكون بعض الكيماويات والدوائيات عالية القيمة وتفرزها فى ألبانها. أى أنها تتحول إلى مصانع حيوية ثمينة.

ويقترح أن يقترن ذلك مع الاستنساخ، الذى صار ملء السمع والبصر بعد استنساخ النعجة «دوللى» عام ١٩٩٦،

والإعلان عنه عام ١٩٩٧، حيث يجعل ذلك الأمر إقتصادياً. فمع هندسة أفراد متميزة، يمكن الحصول على أعداد كبيرة بالاستنساخ بكلفة أقل. وقد نجح ذلك في الفيران. لقد ماتت «دوللي» مبكراً، لكن قائمة الحيوانات المستنسخة تشهد إضافات ونجاحات مستمرة.

ولا ننسى أن من تطبيقات التكنولوچيا الحيوية والهندسة الوراثية ما يتعلق بالكائنات الدقيقة. إن أول طلب «لبراءة اختراع» كائن مهندس وراثياً قدمه شاكرابارتي، الذى هندس البكتريا لتزيل ملوثات البيئة. وقد لاقى جدلاً كثيراً حتى حصل على الموافقة. وكانت الموافقات أكثر سهولة بالنسبة للنباتات، وأكثر صعوبة بالنسبة للحيوانات. لكن هذا كله تم لأن عجلة النقود ونفوذ البزنس والحاجة إلى التحفيز، لضمان التقدم العلمى، قد تضافروا لتذليل العواقب. واليوم يدور الجدال حول مقاطع الچينوم وإحتكار براءاتها وما ينجم عن استخداماتها، لكن النتيجة معروفة، ولنفس الأسباب.

والآن، دعونا نقترب بصورة أكبر من بعض القضايا الأخلاقية المتعلقة بالإنسان. ولأن العلم يبدو أكثر جاذبية عندما

يرتبط بالقصص والأخبار الطريفة، وهذا ما حاولناه فى مواضع كثيرة هنا، لنبدأ بهذه القصص والأخبار، لنستنتج مها ما نريد التوصل إليه .

* لقد عاش الفنان العظيم ليوناردو دافنشى فى القرن التاسع عشر. وأعجب به أخوه غير الشقيق بارتميو، رغم أنه كان يصغره بخمسة وأربعين عاماً. وبعد أن توفى ليوناردو قام بارتميو بتجربة رائعة لإعادة صورته إلى الحياة !! لقد ولد ليوناردو مـــن الأب بيرو الذى كان يوثق العقود وعلى درجة محترمة من التعليم، وإبنة أحد الفلاحين التى كانت تسمى كاترينا. وقد درس بارتيمو كل تفاصيل العلاقة بينهما، وعاد إلي ڤينسيا الإيطالية التـــى جـــاء منها ليوناردو ، وعثر على فلاحة أخرى قيل أنها تشبه كاترينا تماماً وتزوجها. وقد كانت ثمرة هذا الزواج بيرو الصغير، كما أسمياه. والغريب أن الطفل كان بالفعل شبيهاً بليوناردو، وشجعه بارتميو على أن يسير على خطى الراحل العبقرى. وأبدى الطفل موهبة فنية متميزة تؤهله أن يكون مثالاً ذا شأن، لكن الموت وضع نهاية لهذه التجربة !!!

ألا يذكرنا ذلك بأن حلم «تفصيل الأطفال حسب الطلب» ليس وليد اليوم ؟ لكنه مدعوم الآن بتقنيات الهندسة الوراثية والاستنساخ، وإمكانيات الجمع بينهما. قد نتحفظ على ذلك، ولكن علينا أن نستمع إلى مبررات المؤيدين. إنهم يتساءلون : إذا كنا نحاول أن نوفر التعليم الأفضل والرعاية الصحية المثلى لأطفالنا، لماذا لا نمدهم بچينات أفضل، إذا مكننا العلم من ذلك؟ لماذا لا نعطيهم الفرصة لكى يكونوا أذكى أو أقوى أو أجمل أو أكثر مقاومة للأمراض ؟ ماذا تقول لهم أنت ؟ إن الحديث هنا ليس عن أمراض يجب علاجها، فهذا أمر نكون ضد الإنسانية، وليس ضد العلم وتقدمه فقط، لو منعناه. الحديث هنا عن «التعزيز» بخصائص أفضل، مع إشكالية تحديد ما هو أفضل، وسوء إستخدام ذلك مجتمعياً، وتكريس شكل جديد من أشكال «اليوچينيا» أو تحسين نوعنا الخاص دون أجندة مقبولة مجتمعياً، وبما يؤدى إلى التمييز بين «الأثرياءچينيا» و «الفقراء چينيا»، وهو نوع من التمييز كنا ندعيه بتعصب وجهل، وإستطعنا أن ندحضه. فهل نمارسه بالعلم ؟ رغم تحفظى، فليس هذا هو فصل القول، والأمر يحتاج إلى مزيد من النقاش. لقد ذكر فرانسيس فوكوياما،

صاحب المقولة الشهيرة عن نهاية التاريخ، فى كتاب أحدث أسماه «مستقبلنا ما بعد البشرى»، أن ترسانة العقاقير التى تتحكم فى المزاج والسلوك، والچينات التى تعالج وتعزز قدرات البشر، ستأتى بتحولات تستحق مناقشتها عالمياً، مؤكداً أن الخطاب الأخلاقى لم يعد كافياً لوقف دوران العجلة .

* دعونا ننتقل إلى قصة أخرى لا تقل طرافة، لنستخلص تجلياتها المعاصرة. يحكى أن طبيباً سأل زميله قائلاً : أب مصاب بالزهرى وأم مصابة بالسل، أنجبا أربعة أطفال، الأول أعمى ومات الثانى وكان الثالث أصماً أبكماً، أما الرابع فقد أصيب بالسل. والأم الآن حامل. بماذا تنصحها؟ قال الزميل : لا أتردد فى نصحها بالإجهاض. رد الطبيب معقباً : لتكون بذلك قد قتلت بيتهوفن !!!

هذه الحكاية رواها دانييل كيفلس فى كتابه المعنون «باسم اليوچينيا». ألا ترون أن دلالتها واضحة بالنسبة لمسألة الإجهاض لأسباب وراثية وحدوده ؟ ففى أمريكا، بلاد العجائب والمصائب، تسير المظاهرات المناهضة للإجهاض، تحت شعار «حق الحياة»، الذى يرفض إزهاق روح وفقاً لرغبة الأهل.

وتسير المظاهرات أيضاً لتأييد الإجهاض، تحت شعار آخر، هو «حق الإختيار»، لأن الأهل لا يريدون تحمل مسئولية وكلفة إنجاب وتربية طفل به أية إعاقة وراثية. مرة أخرى، ما رأيك ؟ إننا نستطع الآن تشخيص عدد كبير من الأمراض الوراثية فى المرحلة الجينية المبكرة، ومن بينها أمراض قد تصيب المرء بعد البلوغ بفترة طويلة، تصل أحياناً إلى مرحلة الشيخوخة. والعلاقة السببية بين الجين والمرض لا تتحقق دائماً فى كل الحالات، وإن كانت هنالك حالات حادة لا يمكن إنكارها. وعلى كل مجتمع أن يناقش، فى ضوء ثقافته ومعتقداته، ماذا يفعل والقواعد المنظمة لهذا الفعل .

* وإذا ما إنتقلنا من القصص إلى الأخبار، التى تستحق التوقف أمامها، نذكر أن دولة أفريقية يعانى شعبها الجوع رفضت معونة غذائية لاحتوائها على مكونات مهندسة وراثياً، هل كان هذا القرار صائباً ؟ لقد أصدرت أمريكا وثيقة تؤكد أن معوناتها يجب أن تقبل دون تحفظات، خصوصاً وأنها ترى كفاية ما أجرته من إختبارات الأمان الحيوى لهذه المنتجات. إن الدول المتلقية للمعونات عليها

أن تقبل أو لا تقبل، ولكن ليس من حقها إشتراط خلو هذه المعونات من مكونات مصدرها النباتات أو الحيوانات المولفة وراثياً. إن الوضع هنا يختلف عن المنافسة بين أوروبا وأمريكا، حيث لا ينتشر الجوع ولا تزداد الفجوة الغذائية، ولكن ماذا تفعل الدول المحتاجة؟ وألا يستحق الأمر أن تعمل الدول، القادرة على الإقترابِ من درجة مقبولة من الأمن الغذائى، على تحقيق ذلك ؟

* وفى معرض الأخبار، يحضرنى خبر مختلف عن السابق فى طبيعته. ذكر إحصاء أخير فى الصين زيادة عدد الذكور عن الإناث بما لا يقل عن ثلاثين مليوناً. وقالت التحليلات أن هذه هى نتيجة سياسة الطفل الواحد، حيث تلجأ الأسر إلى الإجهاض، عند التأكد من أن الجنين أنثى. ومع التقدم الكبير، ليس فقط فى تحديد جنس الجنين، ولكن فى التحكم فى جنسه بطرق متقدمة مختلفة، يبدو إحتمال عدم التوازن قائماً إذا ما ترك الحبل على الغارب كما يقال. فمن المعلومات العامة المعروفة لدى الغالبية، أن تحديد الجنس فى الإنسان (والكثير من

الأنواع الحيوانية) يتم عن طريق الذكر، حيث تحتوى حيواناته المنوية إما على كروموسوم الجنس X أو كروموسوم الجنس Y أما الإناث، فكل بويضاتها تحتوى على كروموسوم X. فإذا تم الإخصاب بحيوان منوى به X يكون الجنين أنثى (XX)، أما إذا تم بحيوان منوى به Y يكون الجنين ذكراً (XY). ويعتمد التحكم على القدرة على فصل نوعى الحيوانات المنوية، التى يمكن تمييزها بصبغات التفلور، وغير ذلك من الطرق، وهو أمر يمكن أن يحدث فى كل المعامل التى تمارس الإخصاب خارج الرحم (أطفال الأنابيب)، الذى صارت نسب نجاحه معقولة إلى حد كبير. هل نترك الأمر لحرية الأفراد والعرض والطلب، كما يقولون بالنسبة لحرية السوق؟ أم أننا حيال أمر مختلف، يستحق معالجة مناسبة

* وما دمنا قد تطرقنا إلى التحكم فى جنس الجنين، فلنستكمل الحديث عن تكنولوجيات التكاثر، فتطوراتها تعد من أكثر المجالات جذباً للإهتمام المجتمعى والإعلامى. أنا لا أتحدث هنا عن الحبة الزرقاء (الفياجرا)

وما بعدها، فهى تتعلق بالعلاقات الزوجية المؤدية إلى التكاثر، لكن إستخدامها يغلب عليه الرغبة فى إستمرار الحياة الطبيعية، حتى وإن تم هذا التكاثر، وإمتلأ البيت بالصبيان والنبات. الحديث هنا عن مواجهة مشكلات العقم. وترسانة التقدم العلمى والتكنولوجى قدمت الكثير، فبعد التلقيح الصناعى وأطفال الأنابيب جاء الحقن المجهرى للحيوانات المنوية فى حالة قلة أعداد السليم منها. والكثير من المشكلات التى تواجه الجنسين غير مستحيلة على الحل. بل إن الحل يكون مبالغا فيه أحيانا، حيث تكثر التوائم عند اللجوء إلى أطفال الأنابيب، مع حلم الحصول على طفل واحد. لقد توقفت كثيراً، وفى فترات زمنية مختلفة، عند ثلاثة أخبار، من بين السيل العارم، الذى نطالعه بشكل شبه يومى. فى الثمانينات أرادت أم أن تساعد إبنتها، التى أزالت رحمها، بأن استضافت بويضة مخصبة بحيوانات منوية لزوج الأبنة فى رحمها، وجاء المولود الأول الذى ولد من رحم جدته. حدث ذلك منذ أكثر من عشرين عاما (١٩٨٤ غالبا) ولعله تكرر كثيراً.

واقعة أخرى حدثت منذ سنوات أقل (عشر سنوات تقريبا). نشرت المجلات العلمية خبر إمكانية الإستعانة بالفيران لمساعدة ذكور الإنسان على الإنجاب. فبعض الذكور بهم عيب وراثى يجعلهم لا يستطيعون إكمال التكوين الطبيعى للحيوانات المنوية. ولذكور الفيران نفس نظام تكوين هذه الخلايا الجنسية، فلماذا لا نطلب مساعدتهم؟ لقد كان المدخل القديم يتمثل فى نقل جزء من النسيج المكون للحيوانات المنوية فى الذكر «المريض» إلى خصية الفأر «الطبيعى»، لاستكمال التكوين السليم، والحصول على الحيوانات المنوية اللازمة للإستخدام بطريقة أطفال الأنابيب أو التلقيح الصناعى. كم من الأسئلة تدور فى رأسك، وأنت تقرأ ذلك؟ أعتقد أننا اليوم يمكن باستخدام الخلايا الجذعية، وهندستها وراثياً بالعلاج الجينى الذي يعوض النقص، ثم نقلها إلى خصية الذكر المريض، يمكن أن يكون الحل أكثر إستساغة، وإن كان علينا أن نشكر الفيران على أية حال!!

لابد وأن نذكر أيضا زوبعة إستنساخ الإنسان، التى إدعاها الراؤوليون، الذين يعتقدون أن أجدادهم هبطوا من السماء. لقد

ذكروا عن طريق متحدثتهم الرسمية نجاحهم فى أكثر من حالة، وبدأ البعض فى تصديقهم ومتابعة أخبارهم. ثم طلب منهم خضوع الأطفال المستنسخة للإختبار، والتأكد من التطابق مع الفرد المستنسخ، لكنهم تهربوا ثم هربوا من مسرح الأخبار. ورغم أن ذلك يرجح زيف إدعاءاتهم، إلا أن هنالك من رأى أنه تهرب من المساءلة القانونية. وبصرف النظر عما فى الخطاب الراؤولى من لبس، هنالك من لا يستبعد أن يكون الإستنساخ قد تم فعلا، دون الإعلان عنه للسبب المذكور وهنالك أيضا من يرى أن سيحدث حتما، إن لم يكن قد حدث، وسيثير فى البداية ضجة مثل ضجة أول طفلة أنابيب، ليز براون، التى ستبلغ عامها الثلاثين فى ٢٠٠٨، والآن هنالك ملايين، بل أن هذه الضجة قد لا تتجاوز كثيراً ضجة «دوللى» !!

ويحضرنى هنا ما حدث فى أواخر السبعينيات، فى وقت مواكب تقريبا لميلاد أول طفلة أنابيب. لقد نشر كاتب أمريكى (ديفيد رورفيك) قصة إدعى أنها واقعية، تؤكد استئجار أحد المليونيرات لطاقم علمى قام باستنساخ صورة منه، ونجحت

التجربة. كانت مربية المليونير على قيد الحياة، ولحبكة الحكاية أكدت أن هذا الطفل المستنسخ يذكرها بالمليونير الناضج. وقامت الدنيا ولم تقعد، كما يقال، وإن كانت قد قعدت فعلا كما نرى. ناقش الناس علاقة المليونير بالطفل، فهو ليس والده، لكنه أقرب إلى أن يكون توأمه، الذى يصغره بما يعادل عمر المليونير. ناقشوا علاقة المجتمع به، وعلاقته «باسرته»، وبالذات زوجة المليونير التى ترى نسخة جديدة من زوجها تنمو أمام عينيها .. إلخ. ثم أعلن أن هذه القصة لم تحدث واعتذرت دار النشر، لكنها أفادت فى دراسة رد الفعل المجتمعى حيال إستنساخ الإنسان. لقد كان الإستنساخ، ومازال، موضع العديد من الدراسات والمؤتمرات، التى تدرس إمكانية حدوثه والقواعد المنظمة له، ذلك إذا كان لم يحدث فعلا!!! إن مناقشتنا للموضوع من جوانبه الأخلاقية والدينية والاجتماعية يجب أن تبتعد عن الأوهام. فلا يمكن إستنساخ هتلر أو إينشتين، لأن الطفل الجديد سيكون ابن بيئته وتجاربه. إن التشابه الدقيق سيكون في الجسد (الشاسيه، كما أقول دائما)، أما تشابه السلوك والقدرات فسيخضع لتفاعل البيئة مع الوراثة، هذا الموضع القديم، الجديد، والمتجدد.

أما آخر الأخبار التى إنتقيتها، بالنسبة لتكنولوجيات التكاثر، فيتمثل فى الحالات القليلة للأمهات المسنات، اللاتى تعدين الخمسين، بل والستين عاماً، لكى يحققن رغبتهن فى الحمل، يخضعن لنظام طبى، ويتم التأكد من درجة تحمل أرحامهن، ثم يستقبلن البويضة المخصبة ((الزيجوت))، الناتجة من إخصاب بويضة أنثى شاب بحيوانات منوى لشاب فتى أيضا، من أحل تحقيق حلم عجوز!! لقد ألهانا التكاثر، رغم أن أسباب نزول السورة الكريمة لها سياق مختلف تماما. وأتدارك قائلاً أن حلم الإنجاب مشروع، وعلى المجتمع مناقشة مشروعية أشكاله ووسائله.

* واستمراراً لمناقشة التجليات المختلفة لقصة الوراثة، سنتوقف قليلا أمام حكايات الجينات والسلوك. لقد ذكرنا من قبل حكاية الفأر الذكي، رغم أن الذكاء الإنسانى على درجة من التعقيد، التى لا تؤخذ بخفة. لكننى هنا أذكر دراسات «هامر» عن إرتباط الجينات بالمثلية كأحد أشكال التوجه الجنسى، كما يوصف فى الغرب (الذى يعد شذوذا فى ثقافتنا). ففى عام ١٩٩٤ نشر كتابا تحت عنوان «جين

المثلية» Gay Gene، شرح فيه دراساته التى تربط بين جين معين وهذا السلوك. آثار الموضوع ضجة متوقعة، ما بين مؤيد ومعارض، ومدافع عن حق المثليين، ليس فقط فى الإحترام والتعامل بمساواة، ولكن فى الزواج والميراث. بل إن البحوث تجرى لتمكينهم من الحصول على أبناء طبيعيين (بيولوجيين) دون اللجوء إلى التبنى أو أنصاف الحلول (مشاركة أحدهما فى التركيب الوراثى للجنين). إن هذا الأمر يقتضى معالجة بعض القضايا الفنية، التى لا يلزمنا تفصيلا هنا، للتغلب على ما يسمى دمغ الجينات، ذكريا أو أنثويا. إن هذا الدمغ يصاحب النظام الطبيعى (من وجهة نظرنا) الخاص باختلاف الجنسية المتزاوجين (الذكر والأنثى). والتغلب عليه يحل مشكلة تكاثر المثليين إلى حد كبير، وإن كان لا يصل إلى الفرص المتاحة للعلاقات الطبيعية. فالأسرة المثلية الأنثوية (إمرأتان)، ستلد إناثا فقط. أما الأسرة المثلية الذكرية (رجلان)، لو أمكن انطباق الوصف على كل منهما!!) فسيمكنهما إنجاب الصبيان والبنات، ولكن

بالإستعانة برحم أم بديلة، أو بنجاح الميلاد خارج الرحم، فى رحم إصطناعى، حيث تجرى دراسة إمكانية ذلك، وتزداد الفترة التى ينمو فيها الجنين خارج الرحم، قبل نقله إلى الرحم الطبيعى، باستمرار. فهل سنصل إلى الميلاد الاصطناعى الكامل ؟

لقد أعجبت «هامر» الضجة، فعاد بعد عشر سنوات لينشر كتابا تحت عنوان «جين الرب»، يربط فيه بين الجينات والميل إلى بعض مظاهر الإيمان. ولم يخب ظنه بالنسبة للضجة المثارة، وإن كانت العينة البشرية التى درسها كانت تخص موضوعا آخر، يتعلق بإدمان التدخين. والحقيقة أن ربط الچينات بالإدمان يحظى بإهتمام كبير، وإن كان معارضوا الحتمية الوراثية يبرهنون مرة أخرى على عدم الربط الكامل، لوجود مدمنين لا يوجد لديهم الجين المتهم، وغير مدخنين يحملونه فى خلاياهم. وقائمة الإرتباط بين الچينات والسلوك تتعدى الحالات السابقة إلى دراسات الإجرام والسرقة وغير ذلك من السلوكيات، أو البدانة، فرغم أن عنصر السلوك لا يمكن أن يغيب عنها، إلا أن الاستعداد الوراثى له دخل كبير.

وبالنسبة للجريمة هنالك مثال تاريخى شهير، حيث لوحظ زيادة نسبة الذكور ذوى التركيب الكروموسومى XYY بالنسبة لكروموسومى الجنسى، بين المسجونين بتهم خطيرة كالقتل والعدوانية الكبيرة. وسمى Y الزائد بالكروموسوم المجرم!!! ولكن ثبت وجود ذكور طيبين لهم نفس التركيب الوراثى. لكن ذلك لا ينفى العلاقات المؤكدة بين التركيب الكروموسومى غير الطبيعى وبعض الظواهر أو المتلازمات المرضية. فالتركيب XXY يعطى ذكراً غير طبيعى (متلازمة كلينفلتر)، والتركيب XO يعطى أنثى غير طبيعية (متلازمة ترنر)، والتركيب XXX يعطى ما نسميه بالأنثى الفائقة، رغم كونها عقيمة!!! وأكثر الأمثلة شيوعاً ما يتعلق بوجود نسخة إضافية من الكروموسوم ٢١، مما يسبب إعاقة جسدية وعقلية، ويؤدى إلى ما نسميه «متلازمة داون»، التى كانت تسمى خطأ بالبله المغولى، لبعض التشابه المظهرى بالنسبة لضيق العيون وانسحابها، رغم أن المنغوليين لا يعانون من أى نقص وراثى، إلا إذا حملوا نفس التركيب الوراثى المخالف، مثلهم مثل غيرهم من البشر، ولذلك لا يصح أن ينسب إليهم أحد أشكال

البله. وفى هذا الموضع، لعله من المناسب أن نذكر الوجه الحضارى للإنسانية، المتمثل فى مساعدة ذوى الإعاقات الوراثية. هذا الوجه الحضارى نرجو أن يمتد إلى كثير من المشكلات التى تواجه البشر، بمختلف نوعياتها وآثارها.

* وفى رحلتنا هذه، التى أعطيناها عنوان «أين صرنا، وإلى أين نمضى؟»، لابد وأن نتطرق إلى بعض ما يوجد فى جعبة التقدم العلمى، بالنسبة لتوظيف إمكانيات الدنا DNA. ففى مؤتمر عالمى، عقد عام ٢٠٠٤، ذكر المشاركون بأشكال مختلفة أن البيولوچيا (والوراثة، التى حولتها من علم وصفى إلى علم دقيق، كما ذكرنا من قبل) قد تحولت إلى علم معلوماتى (انظر التقدم الحادث فى البيومعلوماتية» أو المعلوماتية الحيوية). إن DNA جزئ معلوماتى بالأساس، يحمل رسالة وراثية تترجم فى الخلايا. لذلك توجد نماذج وأفكار لاستخدام خصائصه المعلوماتية فى كمبيوترات حيوية.

ولكريج ڤنتر، الذى ذكرنا منافسته فى مشروع الچينوم، أشكال أخرى شديدة الجراءة. لقد طلب منذ سنوات التصريح

له ببناء چينوم اصطناعى لأحد الميكروبات التى تصيب الجهاز التناسلى، يحذف فيه المقاطع التى يراها غير لازمة، ثم يضعه فى خلية أزيل منها برنامجها الوراثى. وبهذا تكون لدينا أول خلية حية ذات چينوم اصطناعى. وفى الفترة الأخيرة أقدم فنتر على ما لا يقل جرأة وحداثة، إذ يعكف على تخليق چينات اصطناعية، لم توجد فى الطبيعة من قبل. ويصممها لتناسب وظائفا صناعية وتكنولوچية خاصة.

* ويرصد من يدرس مستقبل العلم والتكنولوچيا الاندماج بين التكنولوچيات المتقدمة، الذى يؤدى إلى «قوة هجين» هائلة، ويفتح آفاقًا غير مطروقة أمام الإنسان. ويكفى هنا أن أشير إلى تقرير أصدرته مؤسسة راند (٢٠٠٦) عن اندماج تكنولوچيات الوراثة والتكنولوچيا الحيوية مع تكنولوچيا المعلوماتية وتكنولوجيا المواد الجديدة. لقد ذكرنا مثال الكمبيوتر الحيوى، الذى يستخدم الدنا، لكن المجال يتسع ليشمل منتجات جديدة فى مجال النانوتكنولوچيا، وتطبيقات عديدة فى مختلف قطاعات النشاط البشرى الإنتاجية والخدمية.

* وهنالك أشكال عديدة أبسط كثيراً بالنسبة لتوظيف الدنا ومعلومات الجينوم، فبجانب التشخيص الجزيئى، توجد تقنيات البصمة الوراثية، وكلا المجالين يشهدان تقدما مضطرداً. لعلنا نذكر كيف اعترف بل كلينتون بارتكابه أفعالا غير مناسبة مع مونيكا لوينسكى، المتدربة فى البيت الأبيض، وكيف رفض ممثل شاب من أسرة فنية اختبار الدنا، الذى استهدف إثبات نسب طفلة تدعى أمها أنه أبوها. ونذكر محاكمة سمبسون، والتلاعب بنتائج البصمة الوراثية فيها. والحقيقة أن عصر «الهوية الوراثية» قد اقترب، والحصول على خريطة فردية لشخص معين ليس بعيداً. وهنا تثار مسألة خصوصية المعلومات الوراثية، ومن يحق له الإطلاع عليها: شركات التأمين على الحياة؟ الشريكة التى تتقدم لخطوبتها، أو الشريك الذى يتقدم للاقتران بك؟ أجهزة التحقيق والرقابة؟ شركات الأدوية؟ إن اقتحام المعلومات الوراثية يتخطى المخبرين والمتلصصين، بل ومن يرصدونك بالأقمار الصناعية، إنهم يقتحمون خلاياك، ويتلصص على حاضرك ومستقبلك الوراثيين!!!

* وفى معرض ذكر بعض التطبيقات الحديثة نسبياً لتكنولچيا الوراثة نذكر دراسات DNA القديم، بفحص المومياوات والحفريات، التى توضح علاقتنا بأسلافنا، وهجراتهم العديدة. وقد جمح الخيال العلمى، مؤكداً فى قصة الحديقة الچوراسية إمكانية تركيب چينومات الديناصورات، وظهورها من جديد. كما تستخدم تكنولوچيا الدنا فى دراسة التنوع الحيوى، والمحافظة عليه.

* أخيراً، أشير إلى الربط المستقبلى بين خرائط الچينوم وخرائط المخ، التى ظهرت بواكيرها ودخلت حيز الاستخدام. أظن أن هذا الربط سيحدث نقلة نوعية فى فهمنا للذكاء والسلوك، وآليات التعلم، وغير ذلك. إننى أكرر دائماً أن الربط بين الخريطتين سيمكننا من «إعادة تفسير الظاهرة البشرية». وإن كان هنالك من لا يكتفى بذلك، ويرى فى الهندسة الوراثية والتعزيز الوراثى ما يمكننا من تطوير نوعنا، والوصول إلى المستقبل ما بعد البشرى.

ألا تستحق هذه الرحلة، التى استعرضناها معا، أن نتساءل بحق: إلى أين؟ تساؤل نرجو أن يفسر كدعوة للانتباه، وليس للرفض. إن آخر ما تحتاجه بلادنا معاداة العلم، الذى لن نحل مشاكلنا بدونه. لكن المشاركة فى الحوار البشرى حول آفاقه، وما تحمله تطبيقاته من فرص ومخاطر، أمر مطلوب تماماً.



خاتمة

من الهندسة إلى الفطرة!!!

فى هذه الكراسة الصغيرة، استعرضنا قصة الوراثة، مستهدفين أن تقدم هذه القصة للقارئ المتعلم غير المتخصص، ما يمكن أن يسمى بثقافة الوراثة، اللازمة للإنسان فى العصر الحالى. لقد أكد أحد معارضى التكنولوچيا الحيوية والهندسة الوراثية، الاقتصادى الأمريكى چيرمى ريفكين، أن القرن الحادى والعشرين هو قرن التكنولوجيا الحيوية. لذلك، من المهم أن تتطرق جهود الثقافة العلمية إلى هذا المجال بالقدر الكافى. وفى بعض الدراسات التربوية، إشارة إلى أن خريج المراحل الأولى من التعليم لا يعد متميزاً إن لم يعرف بوضوح معنى الوراثة والهندسة الوراثية والاستنساخ والتكنولوجيا الحيوية... إلخ. لكن الأمر ليس سهلاً، فالجوانب السياسية والاقتصادية والاجتماعية، بل والجوانب القانونية والأخلاقية والدينية بوجه خاص، تجعل من يتصدى لذلك فى وضع غير مريح. هل يقدم رأيه الخاص، ويفرضه على القارئ أو المستمع

أو المشاهد؟ أم يشركه فى هذا الرأى؟ (أرجو أن يكون واضحاً أننى تبنيت الموقف الأخير عبر الكراسة). وهل يمكن استبعاد الأيديولوجيا من معالجة القضايا المتعلقة بالموضوع؟ (لقد حاولت جهد الطاقة، والقارئ وحده هو الذى يحكم على نجاح المحاولة). وما جرعة التفاصيل العلمية فى هذه المعالجة الثقافية؟ (لقد حاولت ألا ألجأ إليها، إلا إذا كان فهم الموضوع يستلزمها).

وكما يرى القارئ فإن قصة الوراثة من الفطرة إلى الهندسة، تستدعى الكثير من الانطباعات التى تؤدى إلى خلافات لا تنتهى. بالنسبة لى، أحاول، استناداً إلى المعرفة التى يجب أن تكون كافية، أن أحكم الفطرة التى فطرنا الله عليها، والتى ترشدنا إلى الحق والخير والجمال، حتى وإن كنا نخالفهم كل يوم!!!.

لقد طفنا معا فى قصة الوراثة من الفطرة إلى الهندسة، وهذا مهم. وعندما نقيم ما وصلنا إليه ونستشرف ما سيجئ به المستقبل، دعونا نستلهم الفطرة فى الحكم على

الهندسة، فيصير التفاعل مثل كل التفاعلات الحيوية، التى تكون فى اتجاهين، هما فى هذه الحالة: من الفطرة إلى الهندسة، ومن الهندسة إلى الفطرة!!!

ذكرنى تلميذ قديم، لعله أحيل إلى المعاش مثلى، بعبارة قلتها منذ أكثر من أربعين عاماً : «لا تسبوا الچين ولا الدين» !!! إن هذه العبارة تعكس ما نعانى منه حالياً من حروب عرقية وطائفية، وتعبر بصدق عن حكمة الفطرة، التى فهم الإنسان بها ظاهرة الوراثة، واهتدى بها إلى الدين ... دين الفطرة.

والحقيقة أننى معجب بنظريته فى النقد الأدبى، يطلق عليها عبارة «موت المؤلف»، وتعنى أن القارئ يعيد تأليف شكل جديد للكتاب بقراءته له، التى يغيب عنها المؤلف: أدعو القارئ بشدة إلى أن يستحضر هذه النظرية عند قراءته لهذا العمل.



قصـــة الوراثـــة :

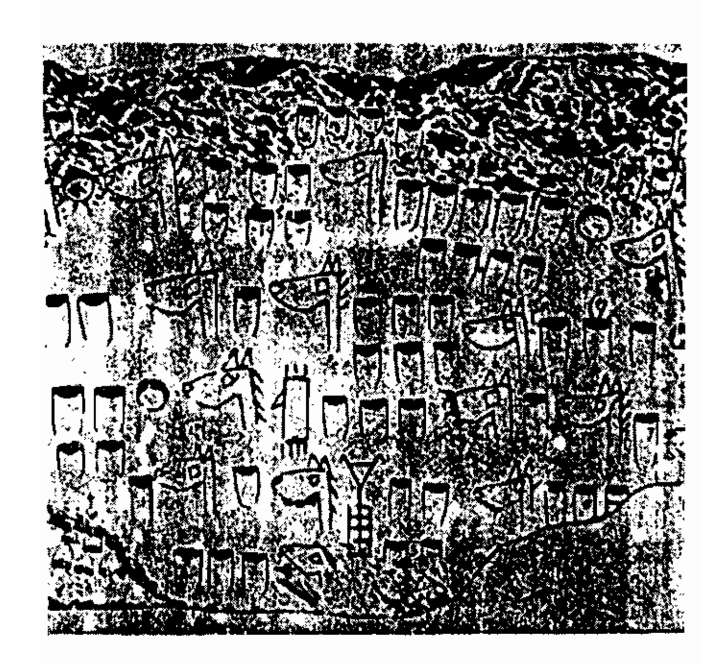
من القطرة إلى الهندسة

البوم صور!!!

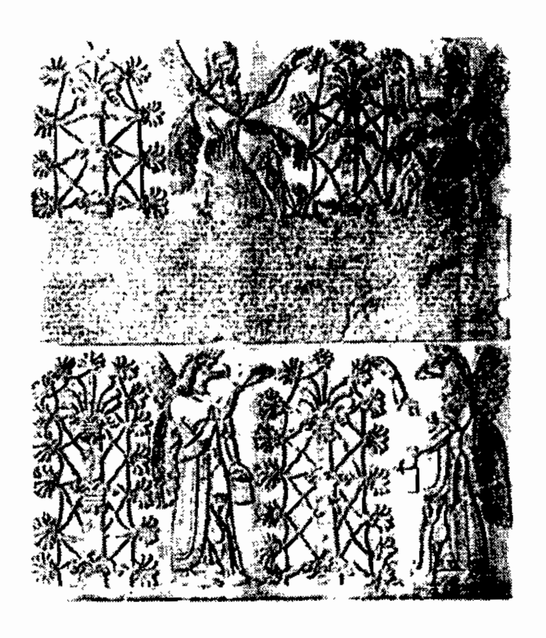
الصورة تضيف معلومة، وتؤكد الفهم وتثبت فى الذهن. لذلك أدعو القارئ إلى تصفح هذا الألبوم، والتمعن فى التعليقات المصاحبة لما فيه من صور منتقاة.

هذه الصور يتمشى تتابعها مع فصول الكراسة، من الماضى إلى الحاضر، إلى آفاق المستقبل. وحتى لا تقطع استرسال القراءة، وضعت فى ملف منفصل، يعطى فى مجمله «رؤية مصورة» للهدف: ثقافة الوراثة.

لقد احتفى الألبوم بتقديم العديد من أبطال القصة، والأماكن التى جرت فيها فصولها، والأشكال التوضيحية لتفاصيلها. ولم تخل تعليقاته من إشارات نقدية، تدعو القارئ إلى المشاركة.



في أور، التى تقع على نهر الفرات، رسم أحد الوراثيين الأوائل، الذى كان فنانا، صورة توضح التباين فى خمسة أجيال مختلفة للخيول. لاحظ أن العرف قد يكون مستقيما أو متدليا أو غائبا. وأن بروفيل (الشكل الجانبى) للرأس قد يكون محدبا أو مستقيما أو مقعراً. لقد فهم الفطرة، سلمت يداه!!!

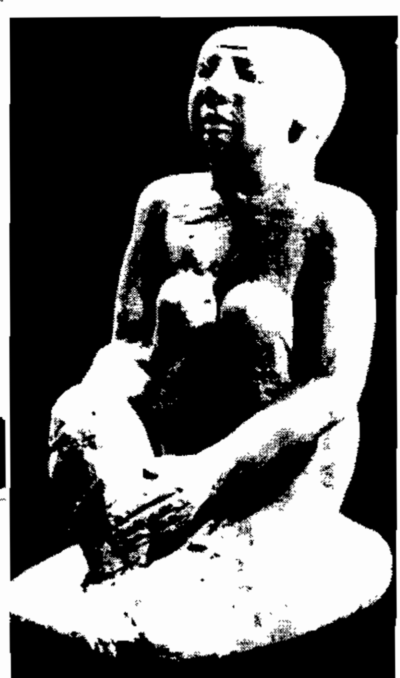


منذ حوالى ٩٠٠ عام قبل الميلاد، مارس الكهنة الأشوريين التلقيح الصناعى للنخيل. ولبسوا، وهم يقومون بهذا العمل المهيب، أقنعة وأجنحة على شاكلة الطيور. إن التلقيح الصناعى يعد عملاً واعياً، وإن استعانوا بالطقوس الخرافية عند إجرائه.

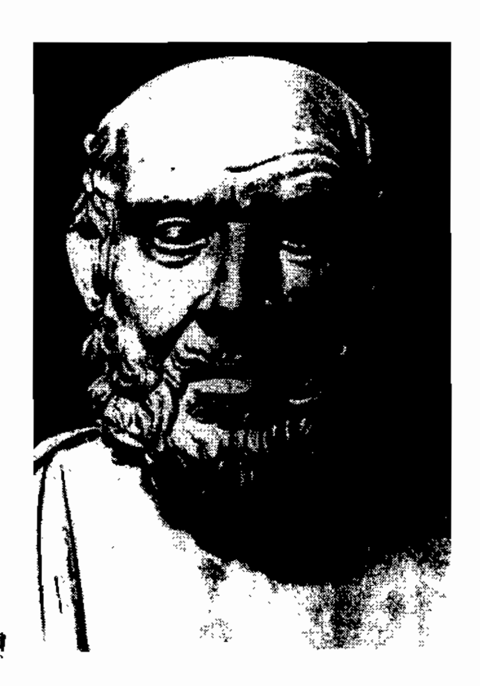


مارس القدماء تربية النباتات التي يحتاجون إليها. لقد كانوا مهندسي الوراثة الأوائل بحق. وفي الصورة نموذج دال على نجاح الأجيال المتتالية من البشر (منذ خمسة آلاف عام قبل الميلاد إلى ١٥٠٠ عام بعد الميلاد) في الحصول على كيزان أكبر من الذرة، الذي يعد من أهم محاصيل الحبوب حتى الآن.

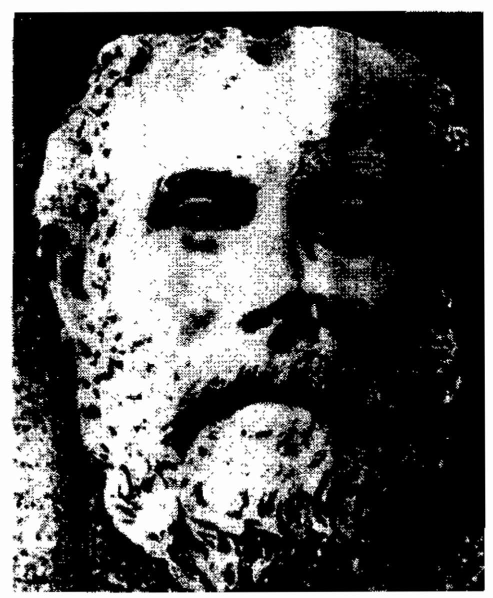




قدم الفراعنة أول نماذج للتكنولوچيا الحيوية القديمة، التى صارت أشكالها الحديثة من أهم تكنولوچيات القرن الحادى والعشرين. فى الصورة الأولى نموذج لصناعة الخبير فى أسيوط (المملكة الوسيطة ٢٠٤٠ - ١٧٨٢ قبل الميلاد). وفى الصورة الثانية خادم يغطى إناء الجعة، التى كانوا أول من مارسوا إنتاجها بعملية التخمر، باستخدام الطمى.



هيبوقراط (٤٦٠ - ٣٧٧ قبل الميلاد الذى وضع نظرية تجمع الجسيمات المحددة لخصائص الأعضاء المختلفة، وانتقالها عبر الدم، إلى السائل المنوى الذكرى، لتحديد صفات الفرد الناتج عند الإخصاب. هذه النظرية، التى رفضها أرسطو، تأثر بها داروين فى تفسيره لانتقال الخصائص الوراثية عبر الأجيال.



أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ قبل الميلاد) الفيلسوف والمعلم ودارس الطبيعة، الذى انتقد نظرية هيبوقراط، لأن الأعضاء المبتورة التى لا ترسل جسيماتها إلى السائل المنوى، لا تختفى فى النسل (منتهى العقلانية من مؤسس علم المنطق)، واقترح بدلا منها نظرية «القوة الحيوية» للسائل المنوى القادرة على إعطاء الشكل للجنين باستخدام طمث الأنثى، الذى يمثل المادة فى هذه الحالة (منتهى الذكورية من أحد مؤسسى علم الحيوان)!!!

قديس الذكور



توماس الإكوينى (١٢٢٥ - ١٢٧٤) القديس الذى تصور أن أصل التكاثر هو الذكور، وأن الإناث (نصف البشرية) تنتج عن أخطاء فى التكوين.



التكوين المسبق للجنين، الذى اعتقد العلماء أنه يوجد قابعاً فى راس الحيوان المنوى، على شكل مسخوط صغير، بل وهنالك من تصور وجود مسخوط آخر داخل كل مسخوط، وهكذا تكون الأجيال المتتالية سابقة التكوين.



وليام هارفى (١٥٧٨ - ١٦٣٧) عالم الأجنة، الذى كان سابقًا لعصره، وأوضح التكوين التدريجى لجنين الدجاج، فى مراحله المختلفة داخل البيضة. وأكد أن ذلك يحدث فى الثدييات، دون أن يشاهد بويضاتها، كيف ظهرت نظرية التكوين المسبق رغم ذلك؟



أنطون ڤان ليفنهوك (١٦٣٢ - ١٧٢٣) الذى أطلعنا، هو وروبرت هوك (١٦٣٥ - ١٧٠٣) على أسرار عوالم الكائنات المجهرية، عن طريق الميكروسكوبات، التى شكل عدساتها بنفسه، ووصلت قوة تكبيرها إلى ٢٥٠ مرة بالنسبة للحجم الطبيعى. وقد كان أول من شاهد الحيوانات المنوية، وأرسل نتائجه فى تقرير شهير إلى الجمعية الملكية بانجلترا. وتبعه رينيه دى جراف (١٦٤١ - ١٦٧٣) باكتشاف الحويصلات التى تسمى باسمه حتى الآن، وظن أنه قد شاهد البويضات الأنثوية.

أحد من سبقوا عصرهم



بيير لوى دى موبرتوى (١٦٩٨ - ١٧٥٩) الذى هاجم نظرية التكوين المسبق، وانتصر بدرجة ملحوظة لمشاركة الذكر والأنثى فى إعطاء النسل خصائصه وسبق مندل فى معرفة مفهوم السيادة الوراثية، بدراسة لحالة تعدد الأصابع فى الإنسان.





١ – ماثياس شليدن (١٨٠٤–١٨٨١)، ٢ - تيودور شوان (١٨١٠-١٨٨٢)، اللذان قدما منفصلين نظرية الخلية، كوحدة بنائية للكائنات الحية. وتبعهما رودولف ڤيرشو (١٨٢١-١٩٠٢) الذى وضع المبدأ الذى يقرر أن كل خلية حية تأتى من كل خلية حية سابقة.



تشارلز داروين (١٨٠٩-١٨٨٢) صاحب «أصل الأنواع»، الذى ارتبطت نظرية التطور، وعلاقات الكائنات الحية باسمه. لقد اقترح تبنى نظرية الجسيمات التى تنتقل من الأعضاء إلى الخلايا الجنسية، وتشكك بعقليته العلمية أنها القول الفصل فى الوراثة. وعاصر مندل، وأعطى دراسة تشير إلى أعماله إلى غيره، دون أن يدرك أنها تحمل الحل الذى يحتاجه.. قوانين الوراثة.

ابانا الذى فى الدير!!!



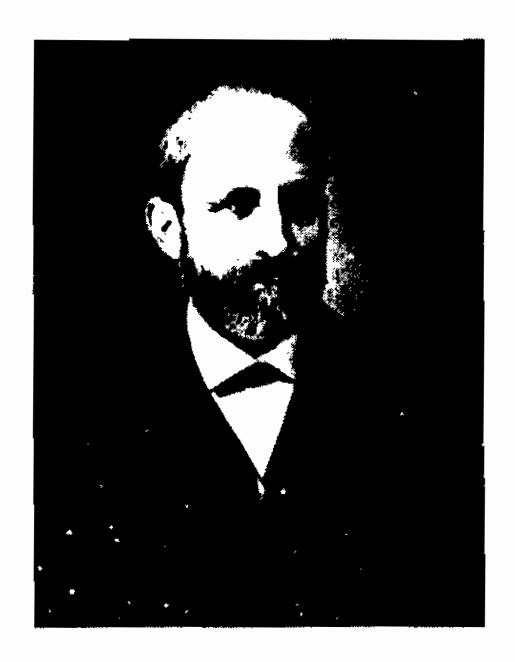
جريجور جوهان مندل (١٨٢٢-١٨٨٤) الراهب الذى أسس علم الوراثة، وتوصل إلى قوانينها. من لا يعرفه؟ لقد أجرى تجاربه على النحل، ودرس الأرصاد والصخور، لكن تجاربه الرائعة، فى تهجين بسلة الزهور، خلدت اسمه كمؤسس لأكثر العلوم أثراً فى حياتنا ومستقبلنا. لقد أهمل عمله (١٨٦٥، ١٨٦٦) حتى عام ١٩٠٠.

من هنا كانت البداية



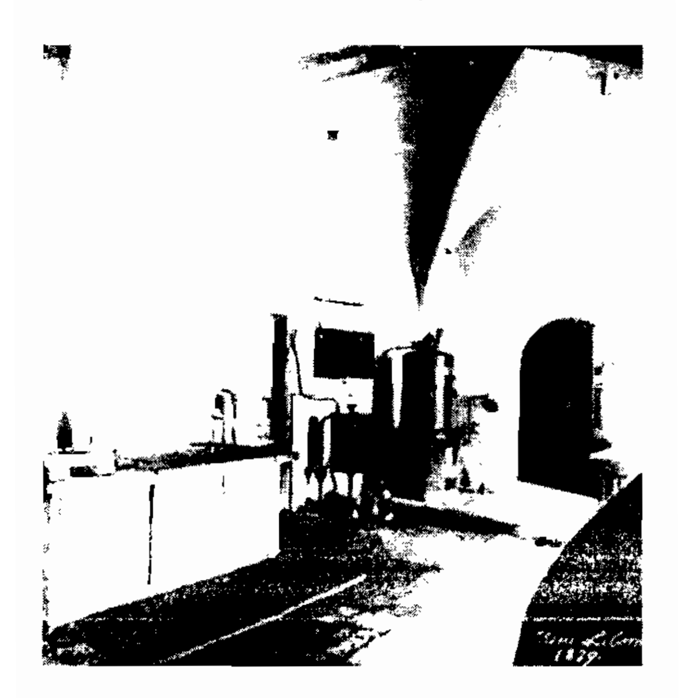
الدير الذى أجرى مندل تجاربه فى حديقته. لقد شكك البعض فى النتائج وحجم الحديقة، ودافعت الدراسات التأكيدية عن عبقرية مندل. إن العلم يتقدم بالنقد.

العالم الذى ظلم نفسه



فريدريك ميشر (١٨٤٤-١٨٩٥) الذى عزل مادة الوراثة (الدنا DNA) من ضمادات الجروح المتقيحة والحيوانات المنوية للسلامندر (١٨٦٨-١٨٦٩) وأسماها النيوكلين. لقد رفض أن يقر بأهميتها الوراثية، وإن كنا نقر له بفضل الريادة. إن قصته تشبه قصة مندل، فى عدم الانتباه إلى أهمية عمله فى حياته.

من هنا كان الانطلاق

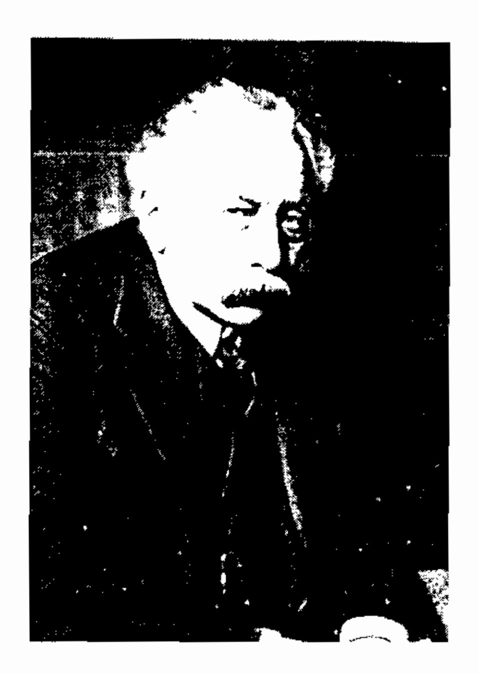


إذا كنا قد وصفنا حديقة الدير، التي شهدت تجارب مندل، بمكان البداية، فإن هذا المعمل، الذى عمل به ميشر يمثل مكان الانطلاق بالنسبة لعزل مادة الوراثة ودراستها. لقد كان بسيطاً وغير صحى بالنسبة لصاحبه، لكنه كان رائعاً بالنسبة للبشرية.



قام كل من هوجو دى ڤريز (١٨٤٨-١٩٣٥) وكارل كورنز (١٨٦١-١٩٣٣) واريك تشيرماك (١٨٧١-١٩٦٢)، كل على حدة، بإحياء أعماالل مندل وتأكيدها. وكان دى ڤريز مقتنعاً بأن عمله أكثر تكاملاً. لكن الفضل الحقيقى له يرجع إلى تقديم مفهوم الطفرة، كتغير وراثى فجائى، يقدم التباين الذى يعد المادة الخام للتطور والانتخاب الطبيعى. والملاحظ أن طفراته، التى درسها فى نبات الأونيثيرا، كانت كروموسومية وليست على مستوى الچينات.

صاحب الاسم الرائع



وليم بيتسون (١٨٦١-١٩٢٦)، الذى عبر عن مغزى أعمال مندل بتقدير، وقدمها إلى قراء الإنجليزية وصك اسم العلم الى نحكى قصته: الوراثة Genetics .

مجموعة الذباب



قاد توماس هنت مورجان (١٨٦٦-١٩٤٥) مجموعة من عمالقة الوراثة، التى عملت على ذبابة الدروسوفلا، وقدمت «نظرية الكروموسومات» باعتبارها الجهاز المادى للوراثة، كما توصلت إلى عمل أول خريطة وراثية لترتيب الچينات على الكروموسومات.

غرفة الذباب



مرة أخرى نحتفى بالأماكن ذات الدلالة فى قصة الوروائة. فهذه هى غرفة الذباب، فى كولومبيا، التى عملت المجموعة السابقة داخلها.

العالم الحذر



أوزوالد آفرى (الذى قدم مع كولين ماك لويد وماكلين مكارثى (١٩٤٤) أول دليل على أن DNA هو مادة الوراثة، باعتباره عنصر التحول الوراثى الذى وجده فريدريك جريفث فى البكتريا (١٩٢٨). ولأن المجتمع العلمى كان ينتصر للبروتين كمادة للوراثة، فقد صاغ الثلاثة نتيجتهم بصورة حذرة، لا تستبعد وجود شوائب بروتينية فى DNA المختبر!!!

الصورة الشهيرة

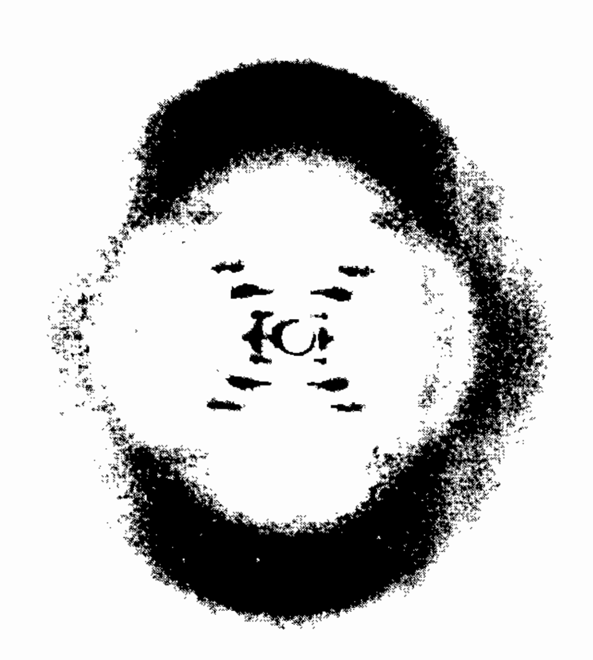


چيمس واطسون (على اليسار) وفرانسيس كريك)، يقفان أمام نموذج اللولب المزدوج لجزئ DNA ، الذى توصلا إليه بعد سباق مثير مع لينيوس بولنج وروزالند فرانكلين. لقد كتب واطسون قصة السباق بشكل ذاتى، اعتبر جارحاً للبعض. كما كتبها كريك، الذى رحل عام ٢٠٠٤ ،باتزان أكبر.



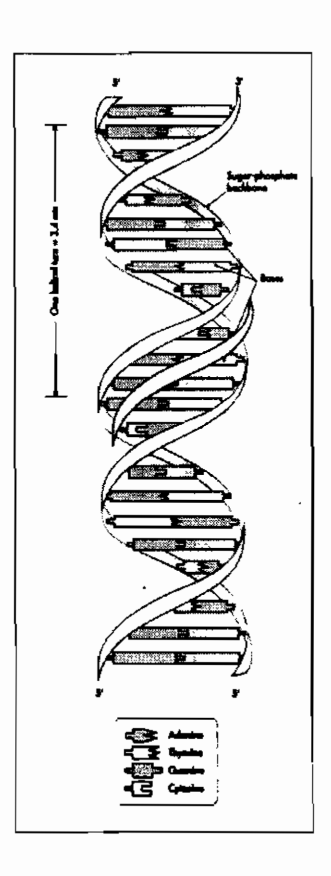
روزالند فرانكلين، مساعدة موريس ولكنز اللدودة، التى برعت فى تحضير صور بلورات DNA المعرضة لأشعة X لقد ساعد ولكنز الثنائى المنافس باطلاع واطسون على أوضح هذه الصور، التى تحتاج جدية كبيرة فى تحضيرها، وشارك معهما فى جائزة نوبل (١٩٦٢)، التى غابت عنها فرانكلين لرحيلها عام١٩٥٨م.

مفتاح اللغز



صورة تشتت أشعة X لبلورات DNA، التى حضرتها فرانكلين ومساعدها، واطلع عليها واطسون، وشرح تفاصيلها لكريك بصعوبة لقد ساعدتهما، دون أن يقلل ذلك من عبقريتهما فى استخدام النماذج لحل «لغز الحياة»، كما صرح بذلك كريك فى «بار إيجل» !!!

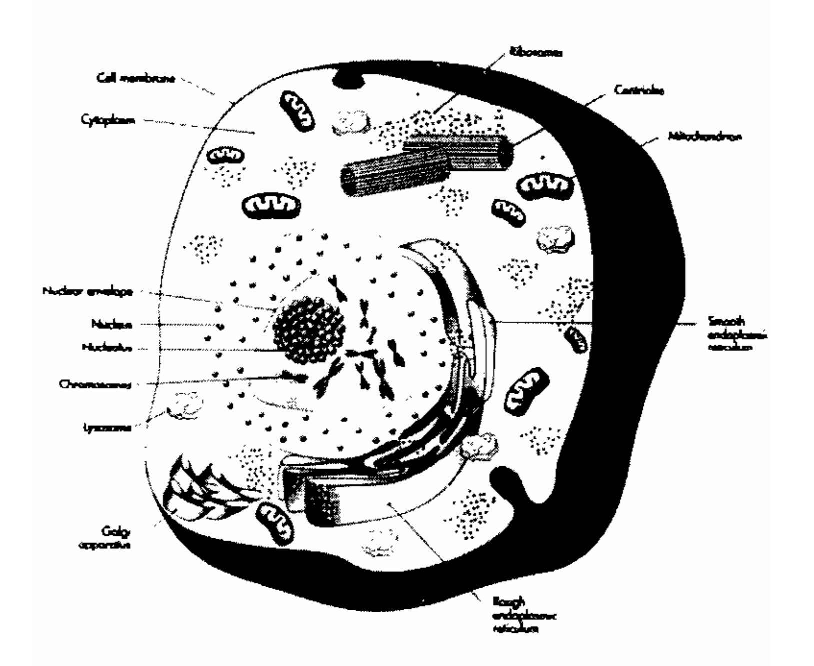
اللولب المزدوج



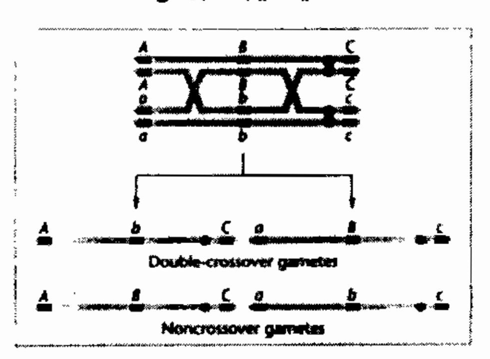
رسم تخطيطى للولب المزدوج، وهو النموذج الذى أذهل واطسون وكريك به العالم، لبساطته وعمق مغزاه المتلائم مع كونه مادة الوراثة. شريطان متكاملان، يلتفان حول بعضهما بتناسق. إذا انفصلا، يمكن لكل منهما أن يكون قالباً لتكوين قرينه، بناء على قاعدة التكامل. هذا التكرر الدقيق هو أهم خصائص مادة الوراثة، إن البعض يسمى الشريطين مازحاً واطسون وكريك، لكن أحدهما قدمات.

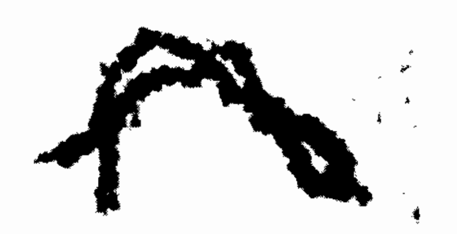


أرثر كوربرج، الذى درس تكرر DNA والإنزيمات المشاركة فيه، وحصل على نوبل (١٩٥٩). ومن الطريف أن ابنه اشتغل على نسخ DNA إلى RNA ، وحصل على نوبل أيضاً (٢٠٠٦).

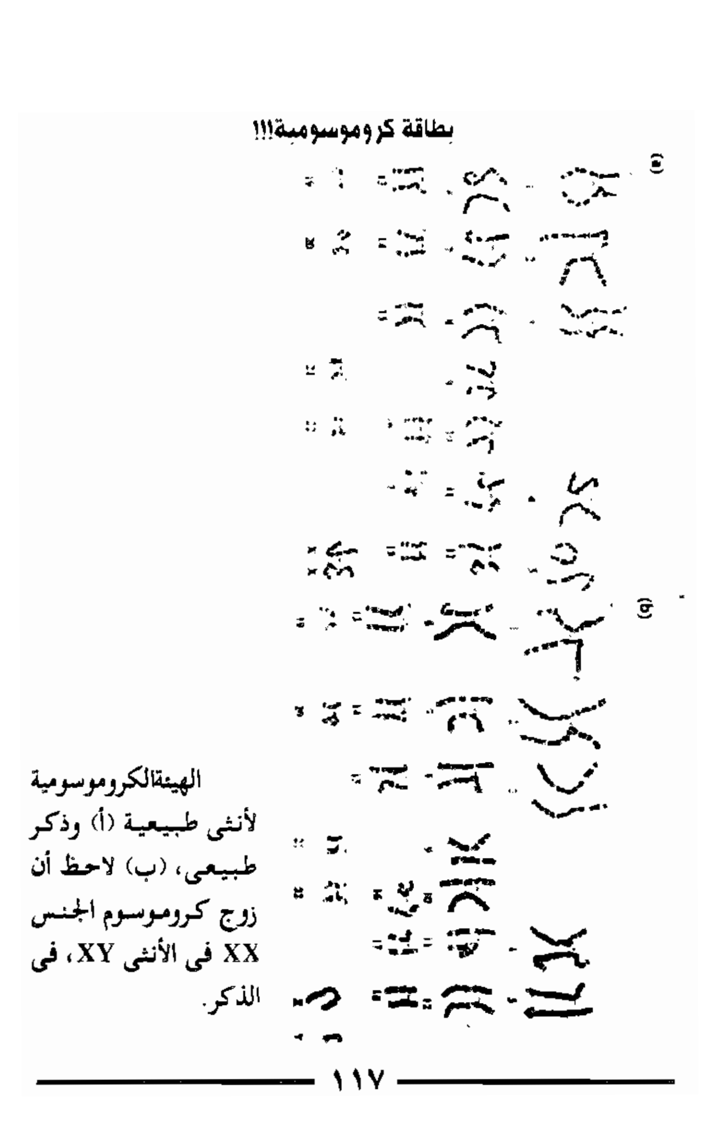


خلية حيوانية من الداخل، فى مركزها النواة بكروموسوماتها، التى تمثل الجهاز المادى الأساسى للوراثة.

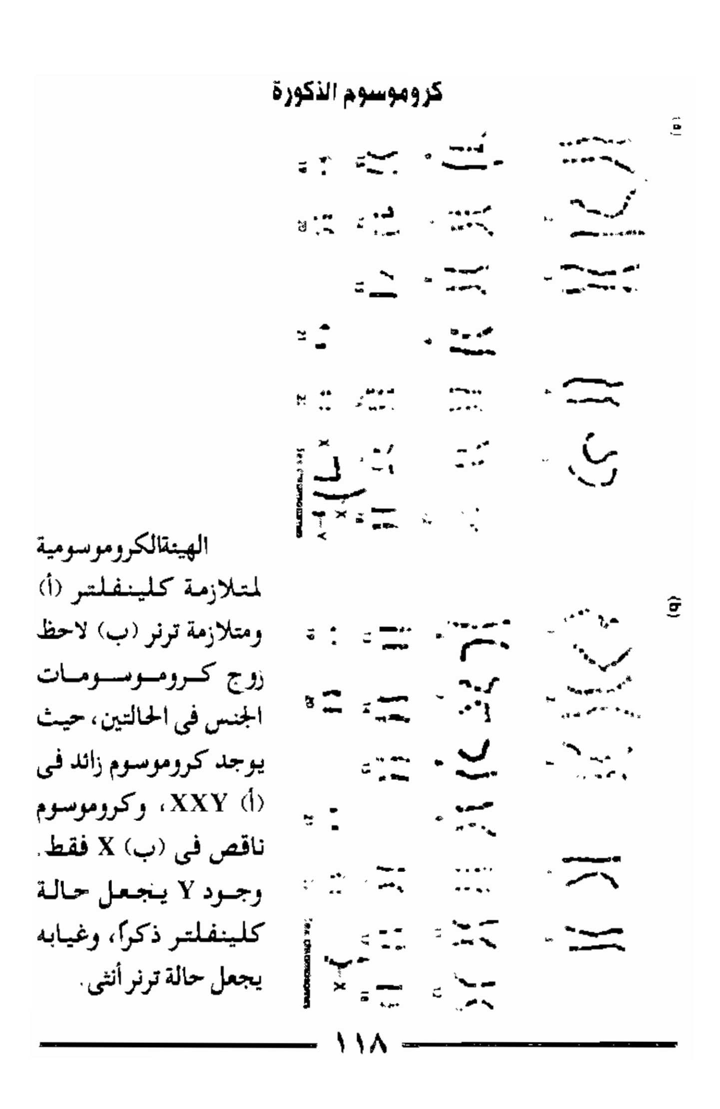




قبل تزاوج الذكر والأنثى، تتزاوج كروموسومات كل منهما، عند تكوين الخلايا الجنسية. وتتبادل المقاطع المتشابهة، فينتج عن ذلك تباديل وتوافيق هائلة. وعند اتحاد الحيوان المنوى والبويضة يكون لكل فرد برنامجه الوراثي الفريد.

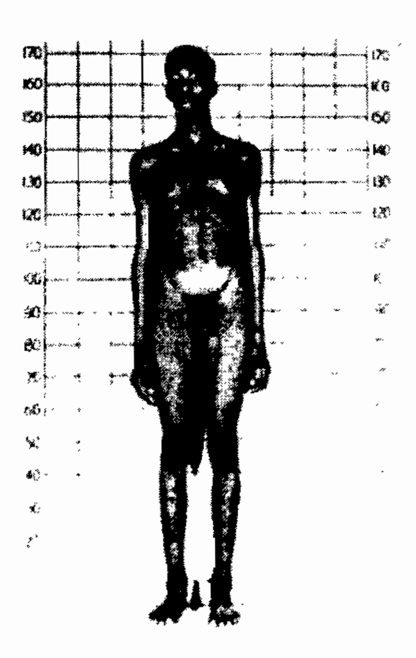


الهيئةالكروموسومية لأنثى طبيعية (أ) وذكر طبيعى، (ب) لاحظ أن زوج كروموسوم الجنس XX فى الأنثى XY، فى الذكر.



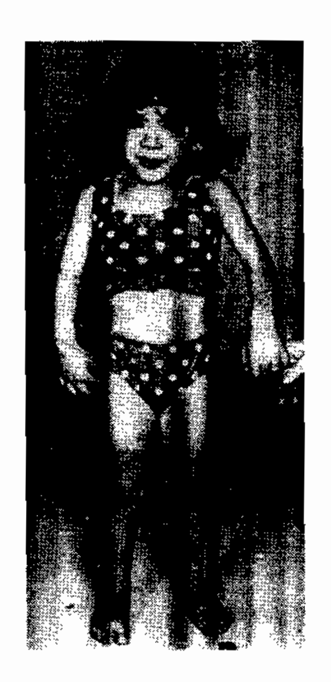
الهيئةالكروموسومية لمتلازمة كلينفلتر (أ) ومتلازمة ترنر (ب) لاحظ زوج كـــرومـــوســـومـــات الجنس فى الحالتين، حيث يوجد كروموسوم زائد فى (أ) XXY، وكروموسوم ناقص فى (ب) X فقط. وجـود Y يـجـعـل حـالـة كلينفلتر ذكراً، وغيابه يجعل حالة ترنر أنثى.

حالة كلينفلتر



الشكل المظهرى للحالة، التى يصاحبها زيادة فى الطول، واتخاذ الجسم شكلاً أنثويا، مع بروز نسبى للثديين، وصغر الخصيتين وشيوع العقم.

حالة ترنر



الشكل المظهرى للحالة، التى يصاحبها نقص فى الطول، مع رقبة عريضة مكففة، وانتفاخ فى الكاحل والرسغ.

النقص خطير



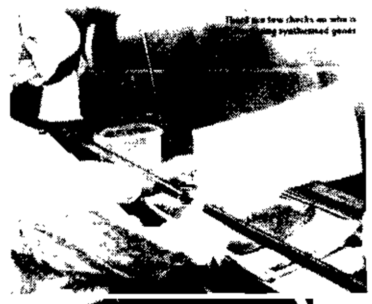
في واحد من كل خمسين ألف طفل تقريباً تظهر متلازمة كراى دى تشا، التى يصدر الأطفال المصابين بها أصواتا كمواء القط. تنتج المتلازمة من نقص صغير جداً في كروموسوم واحد من الزوج المتشابه رقم ٥، في الهيئة الكروموسومية للإنسان (على اليسار).

والزيادة ايضا



إذا كان من الطبيعي أن توجد كروموسومات الإنسان في أزواج متشابهة (٣٢ زوجا)، فإن الزيادة لا تقل خطورة عن النقص. ففي متلازمة داون يوجد ثلاث نسخ من الكروموسوم رقم ٢١، ويعاني الطفل من إعاقة ذهنية ومشاكل صحية عديدة، تزداد هذه المتلازمة تدريجيا مع تخطي الأم لسن الثلاثين (سؤال: هل نجهض الجنين الذي يحمل هذه المتلازمة؟).

توليف الجينات : شطارة وتجارة!!!





منذ أن أعلن بول بيرج عن نجاحه، وهو وستانلى كوهين فى مطلع سبعينات القرن العشرين فى توليف DNA من كائنين فى خلية واحدة، وحرصه على مناقشة الفوائد والأخطار المحتملة (بعد تسرب الخبر، عن طريق إحدى المتدربات) فى مؤتمر شهير بأسيلومار ١٩٧٥، دارت عجلة النقود. وتأكد الدوران بإنتاج الأنسولين البشرى وغيره، وخففت القواعد المنظمة. والآن، تعمل الشركات الصغيرة والكبيرة فى المجال لحل المشكلات الطبية والزراعية والصناعية والبيئية. فتكنولوچيا التوليف الچينى تشابه تكنولوچيا الليزر فى وصفها: «حل يبحث عن مشكلة» !!!

عائلة دوللى

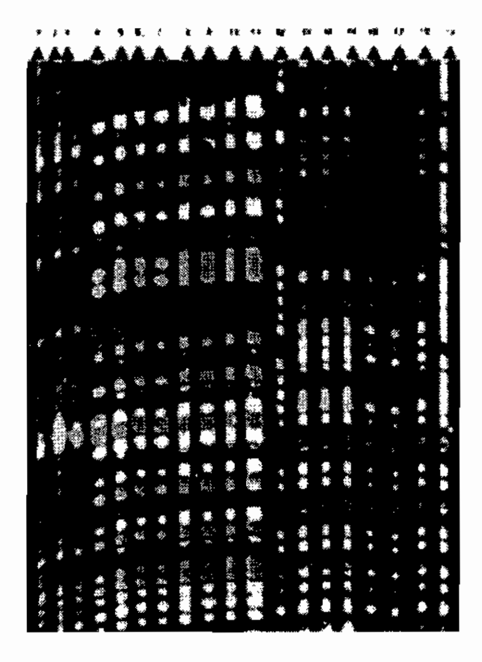


أشهر نعجة فى التاريخ «دوللى»، التى استنسخها إين ويلموت عام ١٩٩٦، ووليدها الأول «بونى»، المولود بالطرق الطبيعية. لقد أثارت جدلاً عنيفاً حول إمكانية استنساخ الإنسان.

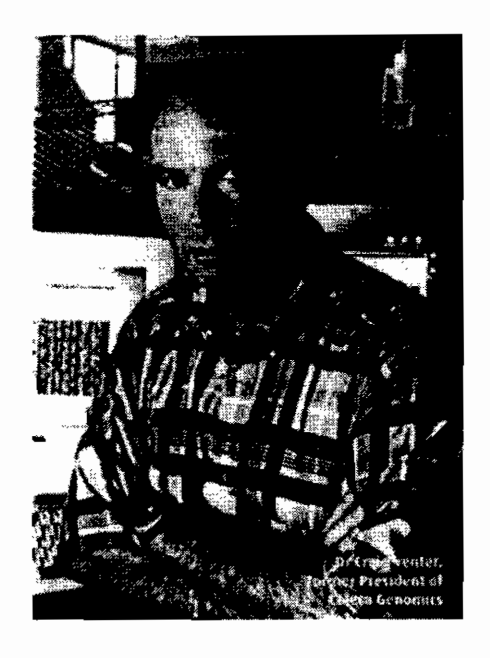
إشانتي.. أمل حياتنا!



منذ ١٩٩٠ وحتى ١٩٩٩ عولج أكثر من ٤٠٠٠ مريض چينيا، وفشلت هذه الحالات، محدثة يأساً كبيراً، خصوصاً مع موت بعض المرضى بسبب الحساسية للناقل المستخدم لإدخال مادة الوراثة فى خلاياهم. وعاد الأمل، مع نجاح علاج أشانتى دى سيلڤا من مرض مناعى حاد عام ٢٠٠٠. فبعزل خلايا الدم البيضاء، أو خلايا T الخاصة بالجهاز المناعى، وتنميتها فى المعمل، وحقن نسخ طبيعية من الچين المعالج للحالة عن طريق ناقل معين، والتأكد من النجاح، نقل قرابة بليون خلية معالجة إلى دم آشانتى. ووصل بعض الخلايا إلى نخاعها العظمى، وبدأ الانقسام معلنا شفاء أشانتى، أول أمل للعلاج الچينى، وإن كان الطريق طويلاً.

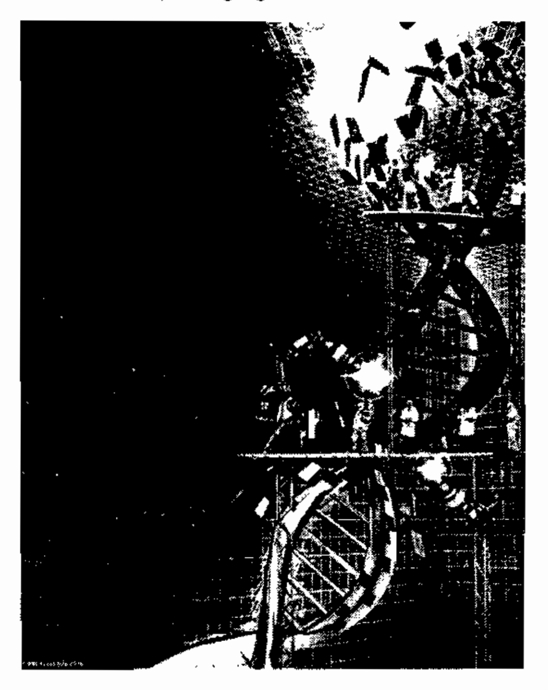


تتالى قواعد DNA كما تظهر عند دراستها باستخدام جهاز تحديد التتالى أوتوماتيكيا. تمكننا الفلورة من التميز بين القواعد الأربعة (الأدنين - الثيمين - الجوانين - السيتوزين) لونيا هل تتصور أن هذه هى «الصورة الجزيئية» لطبيعتنا؟ فى القريب سيكون لكل منا هويته الوراثية على قرص مدمج، وستؤثر فى قراراته، وقرارات المجتمع حياله!!!



كريج ڤنتر، الذى نافس فى تقديم خريطة الچينوم البشرى، مع المشروع الدولى/ الحكومى. وكان أول من اقترح عمل چينوم اصطناعى لكائن (مايكوباكتريم چينيتاليس، الميكروب الذى يوجد فى الجهاز التناسلى)، وهو الآن يعتزم تخليق چينات صناعية، لم توجد فى الطبيعة من قبل.

بناء «أجمل جزئ فى العالم»



بهذا وصف DNA ، الذى يقترح أن يكون اصطناعياً، بل وبأشكال جديدة لا تحاكى الطبيعة. لماذا؟ وهل سنظل نذكر أنه أجمل جزىء فى العالم على ذلك.



يطالب البعض بالبدء في «تفصيل الأطفال» وراثيا، بتعزيزهم بجينات متميزة. وهذا أمر يمكن مناقشته. ويجمح البعض إلى تصور تطور البيولوچيا التخليقية، لتنتج كائنات اصطناعية، بما في ذلك ماذا؟ لقد شرحنا قصة الوراثة من الفطرة إلى الهندسة، فهل ننتقل من الهندسة إلى الهلوسة؟ أم نعود من الهندسة إلى الفطرة السوية ؟

رقم الإيداع : ٢٠٠٧/٣٢٥٠